80-EHM-85

Santé et Bien-être social Canada
Health and Welfare Canada

Canada

code de sécurité — 20A

les appareils radiographiques en diagnostic médical partie a: techniques de sécurité recommandées pour l'installation et l'utilisation

HEALTH AND WELFARE
Departmental
Library Services
NOV 30 1982
Services de la
Bibliothèque du ministère
SANTE ET BIEN-ETRE SOCIAL

80-DHM-65

code de sécurité — 20A

les appareils radiographiques en diagnostic médical partie a: techniques de sécurité recommandées pour l'installation et l'utilisation

Direction de l'hygiène du milieu
Direction générale de la protection de la santé

Publication autorisée par le ministre
de la santé nationale et du bien-être social

Also available in English under the title
"x-ray equipment in
medical diagnosis part A"

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1981

En vente au Canada par l'entremise de nos

agents libraires agréés
et autres librairies

ou par la poste au:

Centre d'édition du gouvernement du Canada
Approvisionnements et Services Canada
Ottawa, Canada, K1A 0S9

N° de catalogue H 46-2/80-65F
ISBN 0-660-90755-0

Canada: $3.95
à l'étranger: $4.75

Prix sujet à changement sans avis préalable

TABLE DES MATIÈRES

		Page
Notes explicatives		6
1.	**Introduction**	9
2.	**Portée et buts principaux du code**	10
2.1	Buts principaux	10
2.2	Portée	10
3.	**Responsabilité et personnel**	11
3.1	Responsabilité	11
3.2	Les opérateurs d'appareils radiographiques	13
3.3	Étudiants ou opérateurs en formation	13
4.	**Exigences concernant les locaux et les installations**	14
4.1	Critères de conception	14
4.2	Recommandations générales	15
5.	**Inspection dans le cadre de la radioprotection**	16
5.1	Techniques générales	16
5.2	Rapport d'inspection	17
6.	**Caractéristiques de l'appareillage radiographique**	18
6.1	Nouveaux appareils radiographiques	18
6.2	Appareils radiographiques en service	19
6.3	Vêtements protecteurs	27
7.	**Laboratoire et traitement des films**	28
7.1	Laboratoire	28
7.2	Traitement des films	29
7.3	Entreposage des films	29

8. Techniques visant à réduire au minimum l'exposition du personnel 29

8.1 Recommandations générales 30
8.2 Recommandations pour l'utilisation des appareils radiographiques 31
8.3 Recommandations pour l'utilisation des appareils de radioscopie 31
8.4 Recommandations pour l'utilisation des appareils mobiles 32
8.5 Recommandations pour l'utilisation d'un appareil de radiophotographie 32
8.6 Recommandations relatives aux examens radiologiques spéciaux 33

9. Moyens de réduire au minimum la dose aux patients .. 34

9.1 Règles à suivre pour la prescription des examens de radiodiagnostic 34
9.2 Règles à suivre pour la radiographie des femmes enceintes 35
9.3 Règles à suivre pour l'examen radiographique des seins (mammographie) 36
9.4 Dépistage collectif des affections pulmonaires 37
9.5 Règles à suivre pour les examens radiographiques 38
9.5.1 Recommandations générales 38
9.5.2 Recommandations au sujet des techniques radiographiques 39
9.5.3 Recommandations au sujet de la radioscopie 41
9.5.4 Recommandations au sujet de l'examen radiophotographique 42
9.5.5 Recommandations au sujet de la mammographie 42
9.5.6 Recommandations au sujet des examens spéciaux 43

10. Règles à suivre pour réduire la dose de rayonnement au niveau des gonades 44

10.1 Recommandations pour réduire la dose de rayonnement au niveau des gonades des patients 44

10.2 Recommandations pour réduire la dose de rayonnement au niveau des gonades de l'opérateur 45

ANNEXE I: Dose maximale admissible de rayonnement ionisant aux opérateurs et au personnel exposés dans l'exercice de leurs fonctions. 46

ANNEXE II: Guides de blindage pour installations de radiographie diagnostique. 48

ANNEXE III: A. Règlement sur les dispositifs émettant des radiations pour l'équipement de radiographie photofluorographique. 73

B. Règlements sur les dispositifs émettant des radiations pour l'équipement à rayons X pour usage diagnostique. 81

ANNEXE IV: Guides de blindage pour emmagasinage des films radiographiques. 103

ANNEXE V: Agences responsables de la radioprotection dans les installations de radiographie médicale. 105

ANNEXE VI: Mesure du rayonnement dans le système d'unités internationales. 108

Bibliographie 109

Notes explicatives

Le présent document appartient à une série de codes de sécurité préparés par le Bureau de la radioprotection afin d'établir les règlements de sécurité dans l'utilisation des appareils émetteurs de radiation. Ce document comporte des chapitres destinés à guider spécifiquement le radiologiste, le médecin, l'opérateur ainsi que le physicien, médical ou sanitaire, concernés par des techniques sûres, le rendement des appareils et les enquêtes sur la protection.

Les techniques de sécurité, les appareils et les installations décrits dans le présent Code sont principalement des outils de formation et doivent servir à guider les personnes travaillant dans les agences et services publics fédéraux de même que ceux qui sont régis par le Code du travail du Canada. Ce Code de sécurité est aussi destiné à aider les autres utilisateurs d'appareils de radiodiagnostic. Cependant, il importe de noter que les installations, sous juridiction provinciale, peuvent être sujettes aux règlements inscrits dans la loi provinciale. On doit communiquer avec les organismes décrits à l'Annexe V pour obtenir des détails sur les exigences des lois de chaque province.

Le présent Code abroge et remplace le Code de sécurité BRP-SC-4 intitulé: « Les rayons X en radiologie diagnostique médicale, dentaire et paramédicale — Recommandations concernant les installations et les techniques sûres»; de plus, il doit servir de complément aux normes de conception, de construction et de fonctionnement des appareils de radiographie promulguées dans la Loi sur les dispositifs émettant des radiations.

Tout au long du manuel, les recommandations, dont l'application est essentielle pour répondre aux normes acceptées de protection, sont introduites par le verbe d'obligation «doit» alors que les recommandations représentant des actions souhaitables, à appliquer lorsque les circonstances le permettent, sont précédées de «il est recommandé que» ou de «on devrait».

Dans un domaine de progrès technologiques où des problèmes imprévus et nouveaux surgissent continuellement, le Code ne peut envisager toutes les situations possibles. L'obéissance aveugle aux règlements ne peut être substituée à l'exercice d'un jugement sain; en

conséquence, les recommandations peuvent exiger des modifications en présence de circonstances inhabituelles, mais alors uniquement sur avis d'experts dont la compétence en radioprotection est bien établie. Ce Code sera revu et corrigé périodiquement et toute exigence particulière peut être remise en cause s'il devient nécessaire de régir une situation inattendue. Une interprétation ou une élaboration de tous les points traités peuvent être obtenues auprès du Bureau de la radioprotection, ministère de la Santé nationale et du Bien-être social, Ottawa, Ontario K1A 1C1.

Ce Code a été préparé en collaboration. Les travaux ont été colligés et rédigés par le Dr W. M. Zuk avec la coopération de M. A. Tod et de M. M. H. Repacholi.

Remerciements

Les versions provisoires de ce Code de sécurité ont été examinées et commentées par un certain nombre d'experts en législation et de représentants d'associations professionnelles et de fabricants. Nous tenons à remercier particulièrement de leur contribution les organismes suivants:

Le Sous-comité fédéral-provincial de radiosurveillance.
Bureau of Radiological Health, U.S. Department of Health, Education and Welfare.
Bureau des instruments médicaux, Santé et Bien-être social Canada.
Direction générale des services médicaux, Santé et Bien-être social Canada.
Association canadienne des physiciens.
Association canadienne des radiologistes.
Association canadienne des techniciens en rayonnements médicaux.
Association canadienne des fabricants d'instruments médicaux.

Des remerciements s'adressent également à M. J. Gordon qui a préparé les graphiques de l'Annexe II, de même qu'à MM. P. Dvorak et J. Cairnie et au Dr P. J. Waight qui ont aidé de leurs conseils à la préparation de ce Code.

1. Introduction

Le radiodiagnostic joue aujourd'hui un rôle essentiel dans l'exercice de la médecine. En Amérique du Nord, plus de 60 p. 100 de la population ayant accès aux soins médicaux les plus modernes subissent chaque année un ou plusieurs examens radiologiques. Plus de la moitié de toutes les décisions importantes au bien-être des patients sont fondées sur l'examen radiologique. Le radiodiagnostic est donc l'un des instruments les plus précieux des soins médicaux modernes.

Bien que les doses individuelles de rayonnement soient ordinairement faibles, elles contribuent à une forte proportion de l'exposition totale aux rayonnements artificiels de la population générale. Cependant, par la bonne qualité des installations, de l'aménagement et de l'entretien des appareils radiogènes, de même que par l'usage de techniques appropriées par des opérateurs dûment formés, on peut réduire considérablement l'exposition des patients sans diminuer la valeur des renseignements médicaux obtenus. Et lorsqu'on diminue l'exposition des patients au rayonnement, l'exposition des opérateurs et autre personnel de la santé est réduite.

Le besoin de radioprotection s'impose parce que l'exposition aux rayons ionisants peut causer des effets délétères non seulement au sujet qui subit l'exposition mais aussi à ses descendants. Ces effets sont appelés somatiques et génétiques, respectivement. Les effets somatiques sont caractérisés par des modifications organiques observées chez les sujets exposés. Ces modifications peuvent apparaître en quelques heures ou après plusieurs années selon la quantité de radiation subie ou la durée de l'exposition. Quant aux effets génétiques, ils représentent également un danger aux faibles doses utilisées en radiodiagnostic. Même si les doses de radiation sont faibles et ne semblent causer aucune lésion, il existe une probabilité que des lésions chromosomiques surviennent dans les cellules germinales entraînant des mutations et des anomalies génétiques. Ces lésions peuvent donc devenir significatives lorsqu'elles touchent un large secteur de population.

Quatre principaux aspects du problème doivent être retenus. Premièrement, il doit être établi que les radiographies sont nécessaires au diagnostic medical. Deuxièmement, dans les cas où il est indispensable de recourir à des radiographies, il importe que les patients soient protégés de l'exposition excessive au rayonnement au cours de l'examen. Troisièmement, il est essentiel que le personnel des installations radiogènes soit protégé du rayonnement excessif au cours de son travail. Finalement, le personnel qui se trouve dans l'entourage immédiat des installations et le grand public doivent être suffisamment protégés.

Alors que les niveaux d'exposition maximaux admissibles ont été établis pour les travailleurs dans le domaine des rayonnements et

pour le grand public, les niveaux spécifiques pour les sujets subissant des examens radiographiques diagnostiques n'ont pas été établis. Chez les patients, le risque *doit* toujours être pesé en fonction de la nécessité d'obtenir un diagnostic médical précis. Cependant, tous les efforts *doivent* constamment être faits pour réduire au niveau pratique le plus faible l'exposition des sujets et éliminer les expositions qui ne sont pas strictement nécessaires.

2. Portée et buts principaux du Code

Ce Code de sécurité porte sur la protection de tous les sujets susceptibles d'être exposés aux rayons émis par les appareils radiogènes utilisés dans le cadre du radiodiagnostic médical.

2.1 But principaux

Les principaux objectifs visés par la publication de ce Code sont les suivants:

1. réduire l'exposition des patients à la radiation en radiodiagnostic médical;
2. protéger adéquatement le personnel dans l'utilisation ou l'opération des appareils radiographiques;
3. assurer une protection convenable au grand public dans les zones où les appareils radiographiques sont utilisés.

2.2 Portée

Afin de réaliser ces objectifs, ce Code de sécurité doit spécifier:

1. les normes minimales de conception, de fabrication et de rendement pour les appareils radiographiques requises pour assurer la sécurité de l'appareillage;
2. les techniques recommandées pour minimiser l'exposition des patients et des opérateurs pour assurer que les appareils radiogènes sont utilisés de façon sûre;
3. les renseignements et méthodes de calcul ou de détermination de l'efficacité des écrans protecteurs dans l'absorption du rayonnement primaire et diffusé;
4. les responsabilités relatives du propriétaire, de l'utilisateur responsable, de l'opérateur et d'autre personnel.

3. Responsabilité et personnel

3.1 Responsabilité

Le propriétaire est l'ultime responsable de la sécurité des installations de radiodiagnostic. Il lui appartient donc d'assurer que les appareils qu'il utilise personnellement ou qu'il fournit à un opérateur ou à un utilisateur responsable, et les locaux où sont installés et utilisés les appareils répondent à toutes les normes de sécurité concernant les rayonnements.

Le propriétaire peut déléguer sa responsabilité aux membres du personnel en tenant compte de leur nombre ainsi que de l'importance des installations de radiologie. Dans tous les cas, une ou plusieurs personnes doivent assumer la responsabilité des fonctions décrites ci-après. Dans le cas de petits établissements, certaines des tâches décrites aux paragraphes 3.1 (b) et 3.1 (c) peuvent être assumées par des corps consultatifs compétents.

(a) *Utilisateur responsable*

Une personne au moins *doit* être désignée comme utilisateur responsable et assumer les responsabilités suivantes:

(i) s'assurer du bon entretien et du bon fonctionnement des appareils;

(ii) s'assurer que l'utilisation et l'entretien des appareils sont confiés à un personnel compétent seulement;

(iii) s'assurer de l'usage correct des appareils;

(iv) instituer un mode d'opération sûre des appareils et s'assurer que les opérateurs sont convenablement instruits des procédés;

(v) promulguer des règlements de radio-sécurité et s'assurer que le personnel est au courant de leur existence;

(vi) faire enquête chaque fois qu'un membre du personnel a reçu une dose excessive de rayonnement;

(vii) s'assurer que le niveau de rayonnement à l'extérieur des zones médicales est inférieur aux limites maximales admissibles décrites à l'Annexe I; et

(viii) s'assurer que le préposé à la radioprotection (sécurité) et tous les opérateurs reçoivent personnellement ou ont accès à un exemplaire du présent Code de sécurité.

(b) *Préposé à la radioprotection (sécurité)*

On recommande la nomination d'un «Préposé à la sécurité», (de préférence, un physicien médical ou sanitaire) à titre de conseiller sur tous les aspects de la radioprotection, à la fois au cours des stades de la construction des locaux, de l'installation des appareils et subséquemment au cours des opérations.

Il est *recommandé* que le préposé à la sécurité exerce les fonctions suivantes:

(i) s'assurer que toutes les installations sont conformes aux exigences réglementaires;

(ii) «certifier» la sécurité d'une installation au moment de la planification et de la construction;

(iii) voir à ce que les conditions de travail soient conformes aux recommandations du présent Code de sécurité et aux exigences statutaires des lois fédérales et provinciales, le cas échéant;

(iv) s'assurer que les prescriptions de sécurité sont respectées et rapporter à l'utilisateur responsable tout manquement aux règlements;

(v) contrôler périodiquement les techniques de sécurité et procéder à des mises à jour afin d'assurer une sécurité maximale aux patients et aux opérateurs;

(vi) instruire le personnel des techniques adéquates de radioprotection;

(vii) procéder périodiquement à l'inspection des appareils et dispositifs de sécurité et au contrôle des rayonnements;

(viii) s'assurer de la présence du bon fonctionnement et de l'étalonnage des compteurs et autres appareils de contrôle des radiations;

(ix) garder un dossier des rapports de radio-contrôle, y compris la description sommaire des mesures correctives recommandées ou instaurées;

(x) assurer, au besoin, un service de radio-contrôle du personnel tel que celui du Bureau de la radioprotection, Ottawa, Ontario, K1A 1C1;

(xi) désigner les personnes qui, d'après leurs fonctions, doivent être considérées comme exposées au rayonnement (c'est-à-dire tous les opérateurs d'appareils de radiographie, de même que celles (infirmières, par exemple) qui participent de façon courante aux examens radiologiques et celles qui sont susceptibles de recevoir des doses de rayonnement supérieures à 1/10 des maximums admissibles spécifiés);

(xii) garder un dossier des expositions des membres du personnel au cours de leurs fonctions;

(xiii) enquêter sur tous les cas connus ou présumés d'exposition excessive ou anormale, en déterminer la cause et prendre les mesures pour prévenir la répétition d'un tel incident;

(xiv) s'assurer que tous les dispositifs de sécurité recommandés par le présent Code de sécurité sont en fonction et que les signaux avertisseurs appropriés sont convenablement installés;

(xv) s'assurer que les opérateurs comprennent les prescriptions contenues dans le présent Code.

3.2 Les opérateurs d'appareils radiographiques

Il est *recommandé* que tous les opérateurs d'appareils radiographiques possèdent un certificat conforme aux normes reconnues; celui par exemple de l'Association canadienne des technologistes en radiation médicale; ils doivent posséder les qualités exigées par tous les lois et règlements fédéraux et provinciaux pertinents. Tous les opérateurs doivent:

1. connaître toutes les recommandations de ce Code de sécurité;
2. être conscients des risques associés au rayonnement dans le cadre de leur travail de même que de l'obligation qu'ils ont de se protéger et de protéger les autres;
3. avoir une complète maîtrise de leur profession, des méthodes sûres de travail et des techniques particulières;
4. tenter, par un usage consciencieux des techniques convenables, d'éliminer ou de réduire à la plus faible fréquence possible les expositions inutiles; et
5. être âgés de 18 ans au moins.

Il est *recommandé* à toute opératrice d'avertir son employeur dès qu'elle croit être enceinte afin que des mesures appropriées soient prises pour que les tâches qui lui seront confiées durant toute sa grossesse soient compatibles avec les doses maximales admissibles décrites à l'Annexe I.

3.3 Étudiants ou opérateurs en formation

Tous les opérateurs en formation et tout personnel inexpérimenté ne *doivent* travailler que sous la surveillance directe d'un opérateur, dûment qualifé. On doit noter que les personnes âgées de moins de 18 ans qui entreprennent ce travail ne *doivent* pas recevoir une dose annuelle supérieure à 1,5 rem (15 mSv) (Voir Annexe I).

4. Exigences concernant les locaux et les installations

4.1 Critères de conception

Dans la planification des installations de radiographie médicale, on *doit* tenir compte de l'estimation du volume maximal d'utilisation des appareils, des facteurs d'atténuation des écrans et des facteurs d'occupation des secteurs adjacents aux installations. Il est *recommandé* de prévoir la possibilité de l'augmentation de l'un ou de tous ces paramètres par exemple, du kilovoltage requis pour le fonctionnement et le volume d'utilisation ou des modifications des techniques susceptibles d'exiger des appareils d'appoint et une augmentation du degré d'occupation des locaux environnants.

Certains principes fondamentaux *doivent* être observés dans la détermination des exigences du blindage d'une pièce utilisée couramment pour le radiodiagnostic, y compris la radioscopie et autres procédés particuliers. Ce sont:

(i) les niveaux de radiation dans les zones contrôlées, occupées de façon courante uniquement par les techniciens, *doivent* être tels qu'aucun d'eux ne soit exposé dans l'exercice de ses fonctions à plus de 100 millirem/semaine (1 mSv/semaine);

(ii) les taux de rayonnement dans les zones non contrôlées *doivent* être tels que personne ne reçoive plus de 10 millirem/semaine (0,1 mSv/semaine).

La radiation dans le voisinage immédiat des appareils radiographiques atteint généralement un niveau tel que les limites décrites plus haut se trouveraient dépassées même lorsque la charge d'utilisation est très faible. On peut réduire l'intensité du rayonnement en combinant de façon convenable la distance de la source de radiation et la barrière physique offerte par les écrans, pourvu que les techniciens en radiologie ou le public en général soient exclus de toutes les zones où la dose maximale admissible, dans chaque cas, puisse être dépassée.

L'épaisseur des écrans requise pour ramener les taux de rayonnement dans les limites acceptables peut être calculée par rapport à la distance, à la tension maximale du tube (kilovoltage), à la charge de travail (W), au coefficient d'utilisation (U), au coefficient d'occupation (T), tel que décrit à l'Annexe II. Afin d'assurer que les taux de rayonnement se situent toujours en deçà des limites acceptables, on doit utiliser dans les calculs la charge maximale possible de travail. De plus, on doit tenir compte des augmentations futures des coefficients d'utilisation et d'occupation ainsi que de la tension du tube radiogène.

4.2 Recommandations générales

Pour assurer la protection de l'opérateur et des personnes se trouvant dans le secteur de l'appareillage radiographique, on *recommande* les mesures suivantes:

1. s'assurer que la pièce où se trouve l'appareil radiographique est conçue de façon à assurer un espace de travail suffisant et permettre de déplacer le patient aisément;
2. s'assurer que le faisceau utile est toujours dirigé vers une section convenablement blindée. On *doit* porter une attention particulière au blindage dans le cas de radiographies du thorax dans lesquelles on utilise des supports muraux à cassettes;
3. prévoir l'absorption du faisceau utile et le rayonnement diffusé aussi près que possible du sujet ou des objets diffuseurs;
4. le blindage, au besoin, des murs, planchers, plafonds et portes en tenant compte de la tension maximale prévue du tube radiogène (kilovoltage), de la charge de travail (débit), des coefficients d'utilisation et d'occupation;
5. la construction d'écrans pour former une barrière ininterrompue. On *doit* dans l'utilisation de matériaux de blindage, particulièrement du plomb, s'assurer que le matériau est convenablement étayé afin de prévenir le «tassement»;
6. installer les commandes de l'appareil dans une cabine afin d'assurer la protection de l'opérateur. La cabine et le hublot d'observation *doivent* posséder un blindage tel qu'aucun opérateur soit exposé, au cours de son travail, à plus de 100 mrem/semaine (1 mSv/semaine). Les écrans protecteurs mobiles ne *doivent* pas être considérés comme suffisants pour servir de cabine de commande dans les pièces contenant des appareils radiographiques fixes;
7. aménager la cabine de commande, autant que possible, de façon que le rayonnement soit diffusé deux fois avant de pénétrer dans la cabine. Dans le cas des installations dans lesquelles le faisceau utile peut être dirigé vers la cabine, le blindage de celle-ci *doit* être celui d'un écran de protection primaire;
8. orienter la cabine de commande de telle façon que personne ne puisse pénétrer dans la salle de radiographie à l'insu de l'opérateur pendant une exposition;
9. afficher des panneaux de mise en garde sur toutes les portes de chaque salle de radiographie. Ces panneaux *doivent* comporter le symbole d'avertissement de rayonnement décrit et illustré à l'Annexe III et l'interdiction «Personnel autorisé seulement»;

10. mettre au point l'inspection finale des installations par les agences responsables appropriées du gouvernement. Dans le cas des installations sous juridiction fédérale, l'agence responsable est le Bureau de la radioprotection du ministère de la Santé nationale et du Bien-être social. Dans le domaine provincial, les agences responsables sont indiquées à l'Annexe V. Les dimensions et la nature des écrans utilisés *doivent* être indiquées sur les plans. Ceux-ci *doivent* aussi indiquer les fenêtres, portes, tuyaux et vasistas susceptibles de modifier les exigences de la protection. Les pièces adjacentes, ou situées aux niveaux inférieur et supérieur *doivent* aussi être notées;
11. traiter les appareils mobiles utilisés couramment en un seul lieu comme des installations fixes et utiliser les écrans protecteurs comme il se doit;
12. protéger à l'aide d'écrans une installation comprenant un appareil photoradioscopique de telle façon que tous les membres du personnel qui se trouvent dans la zone entourant les installations soient suffisamment protégés pendant l'usage courant de l'appareil qu'ils n'aient pas besoin de porter de vêtements protecteurs.

5. Inspection dans le cadre de la radioprotection

L'inspection d'une installation dans le cadre de la radioprotection a pour objet de démontrer que non seulement l'appareil radiographique lui-même fonctionne convenablement et selon les normes en vigueur, mais aussi qu'il est installé en milieu sûr et utilisé de façon à assurer aux patients et aux opérateurs un maximum de sécurité contre le rayonnement. Il importe donc de procéder périodiquement à l'inspection des installations de radiographie.

5.1 Techniques générales

La mise en service de toute nouvelle installation devrait être reportée jusqu'à ce qu'une inspection complète en ait été faite par un expert qualifié et que l'installation ait été déclarée conforme aux règlements du gouvernement. On doit aussi procéder à une inspection après toute modification des installations qui peut représenter un risque d'exposition excessive au rayonnement, telle qu'altération des écrans protecteurs, remplacement de l'appareil radiographique par un autre à tension plus élevée ou encore, changement de technique.

Il est particulièrement avantageux d'inspecter les lieux au cours de la construction afin d'assurer qu'à tous les stades, les devis sont respectés, et repérer les matériaux défectueux ou les erreurs d'exécu-

tion; en effet, toute lacune peut être corrigée plus économiquement à ce stade. Il est *recommandé* que ces inspections comportent la détermination de l'épaisseur de la couche de plomb ou de béton ainsi que la densité de ce dernier matériau, de même que le degré de chevauchement des plaques de plomb entre elles ou avec les autres écrans et enfin, l'épaisseur et la densité des vitres plombées utilisées dans la cabine de commande.

La description des procédés d'inspection et de mesure concernant des types spécifiques d'appareils et d'installations radiographiques est donnée dans le Code de sécurité BRP-SC-20B. Ce code contient aussi des exemples de formules d'inspections et recommandations comportant les renseignements à inclure dans un rapport d'inspection.

Les résultats de l'inspection et les conclusions de l'expert *doivent* être soumis par écrit au propriétaire ou à l'utilisateur responsable. L'utilisateur ou le propriétaire *doivent* conserver ces rapports.

5.2 Rapport d'inspection

Le rapport d'inspection *doit* présenter, d'une façon claire et systématique, les détails et les résultats des mesures obtenues, de même que les conclusions et recommandations de l'inspecteur-enquêteur. Le rapport *doit* attirer l'attention sur toute constatation inhabituelle touchant l'appareillage, l'installation ou le mode d'opération susceptibles de nuire à la sécurité des patients, des opérateurs ou de toute autre personne se trouvant dans les environs de l'équipement de radiographie.

Le rapport de l'inspection *doit* inclure au moins:

1. un croquis des installations indiquant l'emplacement de l'appareil radiographique et de la cabine de commande de même que la nature des locaux adjacents et leurs occupants;
2. l'identification de l'appareil radiographique (nom du fabricant, nom du modèle, numéro de série du générateur, des dispositifs de commande, l'ensemble du tube radiogène, de la table d'examen, etc., le cas échéant). On *recommande* aussi que soit incluse la date, ou au moins une date approximative de fabrication;
3. la description du support du tube radiogène (par exemple, support plancher-plafond, suspension au-dessus de la table, etc.);
4. les observations sur les conditions d'utilisation (électrique ou mécanique) de l'appareil de radiographie au moment de l'inspection. On doit porter une attention particulière à toute condition qui pourrait entraîner ultérieurement un vice de fonctionnement de l'appareil;

5. le volume véritable ou estimé de travail de même que le volume réparti dans les diverses directions du faisceau utile et les techniques utilisées, etc.;
6. les résultats du dosage du rayonnement tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de la zone contrôlée dans les conditions typiques ainsi que dans les conditions moins favorables de fonctionnement. On *doit* indiquer sur le plan des installations l'endroit où le dosage du rayonnement a été fait;
7. une évaluation de l'état des tabliers de plomb, gants protecteurs, protège-gonades, écrans plombés portatifs et autres dispositifs de sécurité;
8. une estimation de l'exposition du personnel à l'intérieur ou à proximité des installations;
9. une évaluation des techniques radiographiques au point de vue de la protection contre le rayonnement. On *doit* attirer l'attention sur toute pratique susceptible d'être nuisible au patient ou au personnel exerçant des fonctions à l'intérieur des installations. Il est *recommandé* dans ces cas de proposer des modifications des techniques afin de les améliorer et de les rendre plus sûres;
10. un résumé des facteurs techniques typiques utilisés et la mesure de la filtration totale dans la trajectoire du faisceau utile;
11. des recommandations concernant la nécessité d'une inspection de révision. Il est *recommandé* que le rapport comporte aussi les résultats de toute enquête sur les expositions particulièrement élevées, tirés des rapports dosimétriques antérieurs du personnel et un avis sur l'opportunité d'ajouter des membres dans le service de dosimétrie du personnel.

6. Caractéristiques de l'appareillage radiographique

6.1 Nouveaux appareils radiographiques

Tous les nouveaux appareils radiographiques et leurs accessoires, vendus au Canada, *doivent* être conformes aux exigences de la Loi sur les dispositifs émettant des radiations et de la Loi des aliments et drogues. Ces exigences sont inscrites dans les Règlements sur les dispositifs émettant des radiations et sur les instruments médicaux promulgués dans le cadre de ces deux lois. Les premiers décrivent les normes de conception, de construction et de rendement touchant la sécurité du rayonnement, et les deuxièmes ne s'appliquent obligatoirement qu'aux nouveaux appareils. Les règlements récents renferment toutes les considérations sur la sécurité ainsi que sur l'efficacité des

appareillages radiographiques tant nouveaux qu'anciens vendus au Canada. Il appartient au fabricant ou au distributeur d'assurer que les appareils sont conformes aux exigences stipulées dans les règlements.

Les Règlements sur les dispositifs émettant des radiations concernant les appareils de radiographie médicale en vigueur au moment de l'impression de ce Code de sécurité touchent les appareils de radiographie dentaire, de photoradioscopie et de radiodiagnostic. Les exigences spécifiques sur la photoradioscopie et le radiodiagnostic font l'objet de l'Annexe III.

Les règlements sont susceptibles d'amendements périodiques afin de correspondre aux progrès de la technologie. Des renseignements sur la mise ou le maintien en vigueur des Règlements sur les dispositifs émettant des radiations ainsi que sur les détails des amendements promulgués peuvent être obtenus en s'adressant au Bureau de la radioprotection, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa, Ontario, K1A 1C1. Des informations analogues sur les Règlements sur les instruments médicaux peuvent aussi être obtenus au Bureau des instruments médicaux, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa, Ontario, K1A 0L2.

6.2 Appareils radiographiques en service

On devrait ajouter aux appareils de radiographie en service, lorsqu'il est possible et commode de le faire, les dispositifs de sécurité et de rendement exigés des nouveaux appareils radiographiques. Il est important de noter que les Règlements sur les dispositifs émettant des radiations exigent que toutes les pièces de remplacement des parties composantes ou de l'assemblage d'un appareil radiographique pour lesquelles existent dans les Règlements des normes de conception, de construction ou de rendement applicables à cette classe d'appareil soient conformes aux normes en vigueur au moment du remplacement des pièces.

Afin d'assurer une protection maximale aux patients et au personnel, tous les appareils radiographiques en service *doivent* répondre à certaines normes fondamentales. Celles-ci sont décrites dans la section qui suit.

6.2.1 Normes générales

1. *Symbole avertisseur* — Le panneau de commande de l'appareil radiographique *doit* être muni d'un symbole permanent bien visible avertissant de l'émission de rayonnement dangereux lorsque l'appareil fonctionne et interdisant l'usage de celui-ci sans autorisation expresse.
2. *Marques d'identification* — Tous les dispositifs de commande, compteurs, voyants et autres indicateurs associés au fonc-

tionnement de l'appareil *doivent* porter une marque d'identification claire et visible.

3. *Voyants de contrôle* — Le panneau de commande *doit* être muni d'indicateurs spécifiques, bien visibles qui indiquent respectivement
   (i) que le tableau de commande est en circuit, c'est-à-dire que l'appareil est prêt à produire des rayons X, et
   (ii) qu'il y a émission de rayons X.

   Lorsque plusieurs tubes radiogènes sont commandés d'un même tableau, une marque d'identification claire et bien visible doit apparaître sur la gaine du tube ainsi que sur le tableau pour indiquer lequel des tubes est prêt à entrer sous tension. On *recommande* d'utiliser des lampes de voyant de contrôle.
4. *Foyer* — Le foyer *doit* être clairement et exactement indiqué sur la gaine du tube.
5. *Filtration* — La surface externe de la gaine du tube radiogène *doit* porter en permanence une inscription ou une étiquette qui indique la capacité de filtration permanente du faisceau utile, exprimée en millimètres d'équivalent d'aluminium à une tension de crête spécifique du tube.

   La filtration totale permanente du faisceau utile *doit* être équivalente au moins à l'épaisseur suivante d'aluminium:
   (i) 0,5 millimètre d'aluminium, dans le cas des appareils dont le tube fonctionne à une tension inférieure à 50 kilovolts;
   (ii) 1,5 millimètre d'aluminium, dans le cas des appareils dont le tube fonctionne à une tension de 50 kilovolts à 70 kVp; et
   (iii) 2,5 millimètres d'aluminium, dans le cas des appareils dont le tube fonctionne à une tension de plus de 70 kVp.
6. *Stabilité mécanique* — Le tube radiogène *doit* être fixé solidement et bien aligné dans sa gaine. De plus, celle-ci *doit* demeurer dans sa position d'exposition ou maintenir son mouvement sans déviation ou vibration excessives pendant l'opération. Le tube radiogène *doit* être supporté mécaniquement. Il *ne doit pas* être tenu à la main.
7. *Déclenchement d'exposition* — L'appareil *doit* être muni d'un interrupteur, d'une minuterie ou autre dispositif qui déclenche et interrompt la production de rayons X. Le déclencheur d'exposition *doit* interrompre automatiquement l'exposition à un moment prédéterminé ou après un nombre de milliampères-seconde prédéterminé.

Dans le cas d'un interrupteur-déclencheur d'exposition, celui-ci *doit*

(i) exiger la pression continuelle de l'opérateur pour produire les rayons X, (c'est-à-dire interrupteur de sécurité);

(ii) lorsque le déclencheur est à pédale, il *doit* être construit de façon telle que l'exposition ne puisse pas être déclenchée si la pédale est accidentellement renversée;

(iii) être placé de telle façon qu'il soit impossible de l'actionner facilement en dehors d'une zone protégée (sauf dans le cas de déclencheurs d'exposition utilisés avec des appareils mobiles, des sélecteurs d'image en radioscopie et lors de procédés spéciaux); et

(iv) dans le cas des appareils mobiles, être muni d'un câble d'au moins trois mètres de longueur.

8. *Indication des coefficients techniques* — Dans le cas des appareils radiographiques à coefficients techniques ajustables, le tableau de commande *doit* inclure des compteurs électriques ou autres indicateurs qui permettent de déterminer la tension du tube radiogène (en kilovolts), l'intensité du courant (en milliampères) et la durée de l'exposition (en secondes) ou toute combinaison de ces coefficients. Si l'appareil ne possède pas ces coefficients techniques, on peut utiliser des inscriptions ou étiquettes fixées en permanence qui indiquent ces paramètres.

On recommande que la tension de crête corresponde actuellement à la valeur choisie ou indiquée à 5 p. 100 d'écart près.

Il est *recommandé* que le milliampèremètre soit exact à 5 p. 100 près de l'échelle totale de lecture et que la température y soit compensée pour répondre aux conditions normales d'utilisation.

9. *La gaine du tube radiogène* — Le tube radiogène *doit* être renfermé dans une gaine blindée. Ce blindage *doit* être tel que, à tous les degrés d'utilisation spécifiés par le fabricant, le rayonnement de fuite mesuré à une distance d'un mètre dans toutes les directions depuis le foyer du tube radiogène, ne dépasse pas 0,1 p. 100 du taux d'exposition à la même distance le long de l'axe central du faisceau utile. Dans les appareils radiographiques destinés spécifiquement à la mammographie, le rayonnement de fuite, mesuré à une distance de 5 cm de la gaine et pour une surface de 100 cm^2 *ne doit pas* dépasser en moyenne deux milliroentgens à l'heure (516 nC/kg à l'heure).

6.2.2 Appareils radiographiques fixes à usage général

1. *Collimation* — La gaine du tube radiogène *doit* être munie d'un collimateur à réglage continu à l'égard du champ de rayons X qui *doit* assurer le même degré de protection contre le rayonnement de fuite que la gaine du tube radiogène.

   On *recommande* que le collimateur comporte des moyens d'indiquer les dimensions du champ de rayonnement au récepteur d'image. S'il s'agit d'une source lumineuse de localisation, elle devrait fournir une illumination moyenne d'au moins 100 lux à 100 cm ou à la distance maximale de la cible au récepteur d'image (la plus faible des deux valeurs).
2. *Filtration* — Les filtres *doivent* être fixés solidement et de façon permanente à la fenêtre de sortie du tube radiogène ou du dispositif limitant le faisceau, ou aux deux.
3. *Exactitude de la minuterie* — La minuterie ou déclencheur d'exposition *doit* être de nature telle
   (i) qu'on puisse la régler pour des expositions aussi courtes que 1/60^{e} de seconde ou 5 milliampères-seconde (la plus grande des deux valeurs);
   (ii) qu'à chaque réglage, la minuterie soit précise au 1/60^{e} de seconde près ou à 7 p. 100 près de la valeur du réglage (la plus grande des deux valeurs).
4. *Reproductibilité* — Pour toute combinaison de tension du tube radiogène (kVp), de courant au tube (mA) et de temps d'exposition (secondes) dépassant 0,1 seconde, ou de choix d'exposition au récepteur d'image (milliroentgens ou coulombs/kg), le coefficient de variation calculé par l'équation suivante:

$$C = \frac{S}{\overline{X}} = \frac{1}{\overline{X}} \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \overline{X})^2}{n-1} \right]^{1/2}$$

où: X_i = le $i^{ème}$ calcul de l'exposition,
$\overline{X}$ = la valeur moyenne des calculs de l'exposition,
n = le nombre d'expositions calculées;

de dix mesures de rayonnement consécutives déterminées à la même distance source-détecteur à l'intérieur d'une période d'une heure et alors que la tension du secteur pendant chaque détermination est à 1 p. 100 près de la valeur moyenne pour toutes les mesures, *ne doit pas* dépasser 0,05. De plus, chacune des dix expositions au rayonnement mesurées *doit* se situer à 15 p. 100 près de la valeur moyenne des dix mesures.

5. *Linéarité* — Pour toute valeur fixe de tension du tube radiogène (en kVp) à l'intérieur de l'échelle de valeurs spécifiées pour l'appareil, les rapports moyens d'expositions (en milliroentgens ou en coulombs/kg) au produit temps d'exposition-courant au tube radiogène (en milliampères-seconde) à deux réglages consécutifs quelconques du tube *ne doit pas* différer par plus de 0,10 fois leur somme, c'est-à-dire que:

$$|\overline{X}_1 - \overline{X}_2| \leq 0{,}10\,(\overline{X}_1 + \overline{X}_2);$$

où $\overline{X}_1$ et $\overline{X}_2$ sont les valeurs moyennes de mR/mAs fondées sur 10 expositions à chacun des deux réglages de courant consécutifs du tube radiogène.

6. *Compensateur de tension du secteur d'alimentation* — L'appareil doit être muni de moyens de compenser les variations de tension du tube radiogène dues à des fluctuations de tension sectorielle du réseau. Il *doit* être possible, par ces moyens, de régler et maintenir la tension de crête du tube (kVp), avant de commencer une exposition, à 5 p. 100 près de la valeur déterminée en présence de variations de tension du secteur de ± 7 p. 100 de sa valeur nominale.

7. *Stabilisation du courant* — On *recommande* de munir l'appareil d'un stabilisateur de courant au tube afin de maintenir le courant préfixé à ± 5 p. 100 près de la valeur requise pour des expositions de 1/5^e de seconde ou plus.

Les variations de tension du tube ne devraient pas produire dans le tube une variation de courant supérieure à ± 5 p. 100.

6.2.3 Appareils radiographiques mobiles

Les règlements décrits dans les sections 6.2.2 (1) à (7) inclusivement s'appliquent à ces appareils. Ces appareils font l'objet des exigences additionnelles suivantes:

1. *Distance source-peau* — L'appareil *doit* être muni de dispositifs pour prévenir l'exposition à des distances source-peau inférieures à 30 centimètres.
2. *Déclencheur d'exposition* — L'interrupteur du déclencheur d'exposition *doit* être à pression continue de déclenchement et muni d'un câble d'au moins 3 mètres de longueur. Un câble en boudin est le plus pratique à cette fin.
3. *Appareil à décharge de condensateur* — Les appareils mobiles à décharge de condensateur *doivent* être munis
   (i) d'un volet obturateur de sécurité ou autre dispositif qui prévienne l'émission de rayonnement de la fenêtre de sortie de l'assemblée de la gaine du tube radiogène lorsque l'interrupteur ou la minuterie ne sont pas en position de fonctionnement;
   (ii) une lampe-témoin ou autre dispositif visuel indiquant que le condensateur de potentiel élevé est en état de charge;
   (iii) un compteur électrique ou autre dispositif indiquant l'état de charge du condensateur à potentiel élevé; et
   (iv) un système de décharge du condensateur de potentiel élevé à un potentiel résiduel inférieur à 30 volts sans production d'irradiation.

6.2.4 Appareil radioscopique

1. *Collimation* — La gaine du tube radiogène *doit* être munie d'un collimateur à réglage continu, permettant d'obtenir la réduction de la dimension du champ de rayonnement, qui *doit* procurer le même degré de protection contre le rayonnement de fuite que celui exigé de la gaine du tube.

   Il est *recommandé* que la dimension maximale du champ de rayonnement que permet d'obtenir le collimateur ne dépasse pas la zone utile du phosphore d'entrée de l'amplificateur de luminance.

   On *recommande* que le faisceau utile soit centré sur le phosphore d'entrée et que les marges du faisceau forment une tangente avec la zone à observer. Lorsque la technique exige une zone élargie pour examen au sélecteur d'image, un dispositif d'enclenchement ou autre dispositif positif *doit* prévenir l'usage du régime radioscopique à moins que les conditions énumérées plus haut ne s'appliquent.

2. *Absorbeurs du faisceau direct* — Un écran de protection primaire *doit* être incorporé en permanence dans l'appareil afin d'intercepter la coupe entière du faisceau direct pour toutes les distances réceptrices source-image possibles. L'écran *doit* être installé de façon telle que son retrait interrompe automatiquement l'exposition.

   L'épaisseur équivalente en plomb de l'écran protecteur primaire *doit* être d'au moins 2 mm pour les appareils fonctionnant à 100 kVp ou moins. Pour chaque kilovolt de tension supplémentaire du tube, ajouter 0,01 mm d'équivalent de plomb.
3. *L'amplificateur de luminance* — Tous les appareils radioscopiques *doivent* être munis d'un système d'intensification de l'image. L'amplificateur de luminance d'un appareil radioscopique mobile *doit* ou faire partie intégrante de l'appareil ou être enclenché de façon que, s'il est retiré, la production de rayonnement est impossible.

   Le système d'amplification de luminance *doit* être suffisamment protégé pour que ni le faisceau utile ni le rayonnement diffusé par l'amplificateur ne soumettent l'opérateur ou les autres membres du personnel à une irradiation de quelque importance. La protection *doit* être telle que le taux d'exposition, à un objet d'une coupe de 100 cm^2, et dont aucune dimension linéaire ne dépasse 20 cm, du rayonnement causé par la transmission ou la diffusion du faisceau utile par la fenêtre de l'ensemble radioscopique, n'est pas supérieure à 2 milliroentgens à l'heure (516 nC/kg/h) à 10 centimètres derrière le plan du récepteur d'image, pour chaque roentgen/minute de taux d'entrée d'exposition.
4. *Distance source-peau* — L'appareil radioscopique fixe *doit* comporter un système qui limite la distance source-peau à au moins 38 centimètres. Dans le cas d'un appareil radioscopique destiné à des techniques spéciales qui ne seraient pas réalisables à la distance donnée plus haut, des mesures peuvent être prises pour opérer à des distances source-peau plus courtes; mais en aucun cas la distance doit-elle être inférieure à 20 centimètres.
5. *Matériau entre le patient et le récepteur d'image* — L'équivalent-aluminium du dessus de la table mesuré à 100 kVp *ne doit pas* être supérieur à 1 mm.
6. *Interrupteur d'exposition* — L'interrupteur ou déclencheur d'exposition *doit* être de sécurité (exigeant une pression continue).

7. *Minuterie* — L'appareil radioscopique *doit* être muni d'un compteur cumulatif du temps de pose, commandé par le commutateur du déclenchement d'exposition, qui exige à chaque exposition un nouveau réglage manuel. Le réglage de la minuterie *doit* être limité à 5 minutes. Lorsque le temps pré-indiqué est atteint, le dispositif *doit* donner un signal clairement audible.
8. *Indication de la tension et du courant du tube* — Des compteurs électriques ou autres indicateurs visuels *doivent* être fournis afin de permettre à l'opérateur de contrôler continuellement la tension et le courant du tube pendant la radioscopie.
9. *Taux d'irradiation à l'entrée* — À la plus courte distance source-peau caractéristique de l'appareil, le taux d'irradiation à l'entrée *ne doit pas* dépasser 10 roentgens par minute (2,58 mC/kg) pour toute combinaison de courant et de tension. L'usage d'appareils récents permet dans la plupart des radioscopies de réaliser des taux d'irradiation de moins de 5 roentgens à la minute (1,29 mC/kg) et il est *recommandé* qu'il en soit ainsi.
10. *L'écran protecteur des lamelles de la grille de potter-bucky* — L'appareil *doit* comporter un écran protecteur pour les lamelles de la grille de potter-bucky. Cet écran devrait fournir une protection de 0,5 mm d'équivalent-plomb à 100 kVp.
11. *Blindage de la table* — Il est *recommandé* que le côté de la table de radioscopie ait une épaisseur d'au moins 0,5 mm d'équivalent-plomb à 100 kVp afin d'atténuer le passage de rayonnements diffusés.
12. *La protection de l'opérateur* — On *recommande* de protéger l'opérateur des rayonnements diffusés au-dessus de la table par l'installation d'un tablier de caoutchouc plombé d'au moins 45,7 cm × 45,7 cm (18" × 18"). Le matériau *doit* posséder un équivalent-plomb d'au moins 0,5 mm à 100 kVp et le tablier *doit* être fixé au bord inférieur de l'écran radioscopique lorsque celui-ci est vertical et au côté, si l'écran est horizontal. Le tablier peut être constitué de plusieurs parties qui se chevauchent.

    En l'absence d'un tel tablier protecteur, un écran de plomb rétractable *doit* être incorporé à l'appareil de telle façon qu'il surplombe la table d'au moins 15 cm lorsque l'appareil est utilisé. Cet écran protecteur *doit* être monté sur le devant de la table et posséder une épaisseur équivalent-plomb à au moins 0,5 mm à 100 kVp.

6.2.5 Appareil photoradioscopique

1. *Collimation* — L'appareil *doit* comporter en permanence un collimateur qui *doit* restreindre le faisceau à la zone de l'écran fluorescent. Le faisceau *ne doit pas* dépasser 35 cm × 43 cm (14″ × 17″) à la surface de l'écran, quelle que soit la distance source-peau.
2. *Alignement du faisceau* — La caméra photoradioscopique et le tube radiogène *doivent* être accouplés de telle façon que le faisceau direct frappe toujours le milieu de l'écran.
3. *Protège-gonades* — Il est *recommandé* que le bord supérieur du dispositif définissant le faisceau soit recourbé afin de protéger les organes génitaux de la femme contre l'irradiation.
4. *Exposition maximale à l'entrée* — L'exposition du patient à l'entrée du rayonnement *ne doit pas* dépasser 200 milliroentgens et il est *recommandé* qu'elle ne dépasse pas 100 milliroentgens (25,8 microcoulombs/kg) par film.

6.3 Vêtements protecteurs

6.3.1 Tabliers protecteurs du corps entier

Les tabliers protecteurs du corps entier, utilisés en radiographie ou radioscopie avec tubes radiogènes jusqu'à 150 kVp (crête) *doivent* fournir une atténuation équivalente à au moins 0,5 mm de plomb. L'épaisseur équivalente en plomb du matériau utilisé *doit* être inscrite lisiblement et de façon permanente sur le tablier.

6.3.2 Protège-gonades

Les protège-gonades de contact utilisés en radiodiagnostic courant *doivent* offrir une épaisseur équivalente en plomb d'au moins 0,25 mm et on *recommande* que l'épaisseur équivalente en plomb soit de 0,5 mm à 150 kVp. Les protège-gonades de contact *doivent* être de taille et de forme telles que les organes génitaux soient complètement exclus du rayonnement du faisceau primaire.

6.3.3 Gants protecteurs

Les gants protecteurs utilisés en radioscopie *doivent* fournir une atténuation équivalente à au moins 0,25 mm de plomb à 150 kVp. Cette protection *doit* être fournie sur toute la surface du gant, y compris les doigts et les poignets.

6.4 Cassettes

La filtration convenable placée dans le faisceau utile, entre le tube radiogène et le sujet, réduit l'exposition. Cependant, tout matériau interposé entre le sujet et le film radiographique a pour effet

d'augmenter l'exposition du sujet. En tenant compte de ce fait, la paroi de la cassette exposée aux rayons X *ne doit pas* dépasser une épaisseur équivalente en aluminium de 1,0 mm et il est *recommandé* qu'elle ne dépasse pas une épaisseur équivalente en aluminium de 0,5 mm.

Les cassettes *doivent* être parfaitement imperméables à la lumière. Dès que le matériau utilisé pour réaliser cette imperméabilité est usé et qu'il se produit une fuite de lumière, on *recommande* de changer le matériau ou la cassette.

Il est aussi important d'assurer un contact intime entre écrans et films; en conséquence, il est *recommandé* de nettoyer périodiquement les écrans et de vérifier leur contact avec le film.

7. Laboratoire et traitement des films

L'exposition au rayonnement nécessaire à la production d'un cliché de qualité diagnostique suffisante, tout en représentant pour le sujet une dose minimale, dépend non seulement de la technique et de la combinaison film-écran employées mais aussi de la manipulation et du traitement du film. Ces opérations demandent un laboratoire bien conçu et une technique de développement adéquate.

7.1 Laboratoire

La plupart des services radiologiques sont équipés d'appareils automatiques pour le développement des pellicules. Cependant, il est essentiel de prévoir de bonnes installations de laboratoire, que ce soit pour le traitement manuel des pellicules ou pour le chargement des appareils automatiques de développement. Les détails spécifiques varient d'une installation à l'autre, cependant tous les laboratoires doivent présenter certaines caractéristiques de base.

1. Le laboratoire *doit* être complètement imperméable à la lumière extérieure.
2. S'il est adjacent à la salle de radiographie, le laboratoire *doit* être suffisamment protégé pour qu'il n'y ait pas d'exposition du personnel qui y travaille ou des films qu'on y conserve.
3. Le laboratoire *devrait* être conçu de façon à être complètement imperméable à la lumière lorsqu'on manipule des films qui ne sont pas encore développés et accessible par une porte verrouillable, un sas à double porte ou une chicane.
4. Un indicateur lumineux *devrait* être installé à l'entrée du laboratoire pour indiquer qu'il est utilisé.
5. Des lampes inactiniques munies d'ampoules d'une intensité appropriée *doivent* être installées dans le laboratoire, au-

dessus des aires de travail. Elles *doivent* avoir des filtres appropriés aux émulsions utilisées et être installées à la distance prescrite.

7.2 Traitement des films

La négligence au cours du traitement peut produire des radiographies de qualité insuffisante pour le diagnostic ou nécessitant une reprise de l'examen. Pour réussir le développement d'un film exposé avec les bonnes techniques, il faut utiliser une solution de composition récente et à la bonne température, pendant un temps suffisant pour que l'argent des cristaux d'halogénure d'argent de l'émulsion soit entièrement réduit. Si cette réduction n'est pas complète le noircissement ne sera pas satisfaisant et on aura tendance à augmenter l'exposition au rayonnement pour obtenir une image ayant la densité voulue.

Recommandations pour le traitement des films.

1. Pour réaliser le développement optimal, il *est essentiel* de suivre à la lettre les recommandations du fabricant au sujet de la concentration des solutions, de leur température et de la durée du développement.
2. Les bains *doivent* être rajeunis au besoin et renouvelés à intervalles fréquents.
3. Les solutions *doivent* être vérifiées régulièrement. Même les révélateurs inutilisés se détériorent avec le temps. On ne devrait plus utiliser une solution lorsqu'il devient nécessaire de prolonger le temps de développement pour obtenir un résultat optimal.

7.3 Entreposage des films

Les pellicules radiographiques vierges *doivent* être entreposées de façon à être parfaitement protégées du rayonnement parasite. Les lieux d'entreposage devraient être organisés de façon qu'aucun film ne reçoive plus de 0,2 milliroentgen de rayonnement parasite avant d'être utilisé. Les écrans protecteurs nécessaires pour atténuer le rayonnement doivent être calculés en fonction de la durée de l'entreposage et du volume de travail de l'installation. Voir pour ces calculs le tableau de l'Annexe IV.

Les films *doivent* être placés debout, dans un endroit frais et sec.

8. Techniques visant à réduire au minimum l'exposition du personnel

Les pratiques et méthodes décrites dans cette section ont pour principal objet la protection du personnel travaillant sous rayonnement. Toutefois, l'utilisation de ces méthodes assurera du même coup la protection

des visiteurs et des autres personnes qui circulent dans les environs des salles de radiologie. Les méthodes et pratiques recommandées représentent un minimum, auquel il faut ajouter, au besoin, des précautions additionnelles, si les circonstances et la nature d'installation l'exigent.

Pour atteindre le maximum de sécurité, les radiologistes et les radiographes *doivent* faire tout en leur pouvoir pour réduire autant que possible l'exposition du personnel au rayonnement et la maintenir en deçà des limites spécifiées à l'Annexe I.

8.1 Recommandations générales

1. Une salle de radiographie *ne doit* être utilisée que pour un examen à la fois.
2. Il *ne doit* y avoir dans la salle pendant l'examen que les personnes dont la présence est indispensable.
3. En tout temps le personnel *doit* se tenir aussi loin que possible du faisceau utile. Le personnel *ne doit jamais* s'exposer au faisceau utile non atténué par le patient et par des vêtements ou des écrans protecteurs.
4. Le personnel *doit* se prévaloir de tous les moyens de protection mis à sa disposition.
5. Les opérateurs *doivent* demeurer dans la cabine de commande ou derrière des écrans protecteurs pendant l'exposition. Dans les cas où ceci n'est pas possible, ils *doivent* revêtir des vêtements protecteurs.
6. Quand il est nécessaire d'immobiliser des enfants ou des patients trop faibles, on *doit* recourir à des appareils de contention. Si l'on fait appel à un parent, un aide ou un membre du personnel pour immobiliser le sujet, cette personne devrait porter un tablier et des gants protecteurs et se placer autant que possible de façon à éviter le faisceau utile. Personne *ne devrait* accomplir ces fonctions d'office.
7. Pour le personnel des services de radiologie qui doit porter un tablier protecteur, le dosimètre personnel se porte sous le tablier. Si les extrémités risquent d'être exposées à des doses notablement plus fortes, des dosimètres supplémentaires *devraient* être portés.
8. Tous les opérateurs des appareils radiogènes et tout le personnel des services de radiologie, par exemple les infirmières, de même que tous ceux qui sont exposés à recevoir une dose de rayonnement supérieure au dixième de la dose maximale admissible spécifiée à l'Annexe I, *doivent* porter un dosimètre personnel.
9. Toutes les portes donnant accès à la salle de radiographie, à la cabine réservée aux patients et aux déshabilloirs *doivent* demeurer fermées pendant que le patient est dans la pièce.

10. Les appareils radiogènes sous tension et prêts à produire des rayons X *ne doivent pas* être laissés sans surveillance.
11. Si une personne reçoit régulièrement des doses de rayonnement supérieures à 20 p. 100 du maximum admissible spécifié à l'Annexe I, des dispositions *doivent* être prises pour améliorer les méthodes de travail et les moyens de protection.
12. Les appareils radiogènes *ne doivent* être manipulés que par des personnes habilitées à le faire, ou sous la surveillance directe de ces personnes (Voir paragraphes 3.2 et 3.3).
13. La gaine du tube radiogène *ne doit pas* être tenue dans la main pendant l'exposition.

8.2 Recommandations pour l'utilisation des appareils radiographiques

1. En général, l'exposition aux rayons X *doit* être déclenchée à partir du tableau de commande situé dans la cabine de commande ou derrière un mur blindé. Dans les cas où une technique spéciale exige que l'opérateur se tienne auprès du patient, cet opérateur *doit* porter les vêtements protecteurs appropriés.
2. De l'endroit où il se tient, l'opérateur *doit* être en mesure de bien voir le patient pendant l'exposition et de communiquer avec lui ou avec les assistants sans quitter la cabine de commande.
3. On *ne doit jamais* tenir les cassettes à la main pendant les expositions.

8.3 Recommandations pour l'utilisation des appareils de radioscopie

1. À l'exception du malade, toute personne se trouvant dans la salle de radioscopie *devrait* revêtir un tablier protecteur. Les écrans plombés suspendus au radioscope *ne doivent pas* être considérés comme substitut au vêtement de protection.
2. Au cours des examens radioscopiques, le radiologiste *devrait* porter des gants protecteurs s'il y a nécessité de palper à la main. On *devrait* le moins possible palper à la main sous l'écran.
3. Le genre de radioscope que l'on doit tenir à la main *ne doit pas* être utilisé.
4. Pendant la radioscopie et la prise de clichés au sélecteur d'image au cours desquelles l'assistant doit se tenir auprès du malade, il *doit* porter des vêtements protecteurs appropriés.

5. L'examen radioscopique *doit* être aussi bref que possible, avec des expositions et des champs réduits au minimum utile.
6. On *doit* éviter la radioscopie qui permet la vue directe de l'image d'entrée; on *doit* utiliser l'amplificateur de luminance.

8.4 Recommandations pour l'utilisation des appareils mobiles

1. On *ne doit* utiliser les appareils mobiles que si l'état du patient interdit son transport à la salle de radiographie.
2. Pendant l'exposition, le faisceau primaire *devrait* être dirigé autant que possible hors des zones occupées et on doit mettre tout en oeuvre pour éviter que ce faisceau n'atteigne d'autres personnes que le patient.
3. L'opérateur *doit* se tenir à une distance d'au moins 3 mètres du tube radiogène et hors de la trajectoire du faisceau utile.
4. L'opérateur *doit* être protégé pendant l'exposition.
5. Dans un appareil à décharge de condensateur, il reste, après l'exposition, une tension résiduelle dans les condensateurs. Cette tension donne lieu à un « courant d'obscurité » et à un rayonnement, bien que l'interrupteur d'exposition soit en position d'arrêt. Par conséquent, la tension résiduelle *doit* être complètement déchargée avant que l'appareil soit laissé sans surveillance.

8.5 Recommandations pour l'utilisation d'un appareil de radiophotographie

Étant donné qu'avec des appareils de radiophotographie, le patient reçoit une dose sensiblement plus élevée de rayonnement qu'il n'en reçoit avec un appareil diagnostique ordinaire, leur utilisation est strictement limitée au Canada. Dans les cas où l'utilisation de ces appareils est justifiée, pourvu que les directives formulées au paragraphe 9.4 soient observées, les recommandations suivantes doivent être suivies.

1. Pendant l'exposition, seuls le sujet et l'opérateur *doivent* être présents dans la pièce ou dans le véhicule où l'appareil est installé.
2. Quand un appareil de radiophotographie est installé dans un véhicule, les mesures nécessaires *doivent* être prises pour la protection des personnes qui attendent leur tour et du personnel de service. Toutes ces personnes *doivent* se tenir assez loin du véhicule pendant l'exposition.

8.6 Recommandations relatives aux examens radiologiques spéciaux

1. Parmi ces examens spéciaux, il faut ranger la cystographie, l'hystérosalpingographie, les biopsies pulmonaires à l'aiguille, le cholangiographie transhépatique, la pancréatographie et d'autres procédés analogues. Au cours de ces examens, le radiologiste et les autres personnes auprès du patient sont exposés à un rayonnement diffusé assez important pendant l'exposition. Ces personnes *doivent* donc porter des lunettes et des vêtements protecteurs et se tenir aussi loin que possible du patient, à moins qu'il y ait des écrans protecteurs suffisants incorporés à l'appareillage radiographique. Les dispositifs de protection comme les panneaux blindés, les rideaux plombés, les cônes de collimateur allongés, etc., fournis avec l'appareil *doivent* toujours être utilisés, à moins qu'ils constituent un obstacle à l'examen. On *doit* utiliser un faisceau délimité de façon à n'inclure que le champ essentiel à l'examen.
2. Angiographie. En radiodiagnostic, l'angiographie représente pour le personnel du service une des plus importantes sources d'exposition, étant donné qu'elle nécessite la présence de plusieurs personnes auprès du patient, un contrôle radioscopique assez prolongé et de multiples expositions. Par conséquent le personnel *doit* être conscient des risques qu'entraîne cet examen et s'efforcer de suivre à la lettre les recommandations qui suivent.
   (1) Utiliser pleinement tous les moyens de protection mis à sa disposition, comme les panneaux blindés, les rideaux plombés, la cache bucky, etc.
   (2) Tout le personnel *doit* porter des vêtements protecteurs et chacun *doit* avoir un dosimètre individuel. Les lunettes de protection *devraient* aussi être utilisées.
   (3) Les membres du personnel que leurs fonctions n'obligent pas à se tenir tout près du patient *doivent* se tenir aussi loin que possible et même, de préférence, derrière un écran protecteur.
   (4) Quand la chose est indiquée et possible, on *devrait* utiliser des écrans protecteurs spéciaux, en plus de ceux qui sont fournis avec l'appareil.

9. Moyens de réduire au minimum la dose aux patients

La majeure partie des radiations produites par l'homme qui atteignent la population vient de la radiologie diagnostique. De toutes les expositions au rayonnement, l'utilisation médicale des rayons X pour le diagnostic représente 90 p. 100 du total. Les experts du monde scientifique s'accordent à dire qu'il est possible de réduire de façon substantielle l'utilisation diagnostique des rayons X sans diminuer le moins du monde la valeur de l'information médicale qui en découle.

Pour réaliser cette diminution, il faut d'abord éviter de soumettre les patients à des examens radiologiques qui ne sont pas nécessaires. En outre, si un examen radiologique est indiqué, il faut protéger le patient de toute exposition superflue.

Les recommandations formulées et les pratiques décrites dans cette section pour la protection du patient s'adressent au médecin, au radiologiste et à l'opérateur. Elles ont pour objet de proposer des méthodes propres à éliminer les examens radiologiques non essentiels et à diminuer l'exposition des patients, dans les cas où ces examens sont indiqués. On y trouvera aussi des recommandations sur les équivalents de doses maximales admissibles (EDMA) pour les personnes qui doivent subir certains examens radiographiques courants.

9.1 Règles à suivre pour la prescription des examens de radiodiagnostic

Quand il s'agit de réduire, pour le patient, l'exposition inutile au rayonnement, le médecin est dans une position privilégiée; c'est à lui, en effet, de faire en sorte que tous les examens radiologiques soient parfaitement indiqués du point de vue médical. À cette fin, voici quelques recommandations qui doivent guider sa décision.

1. La prescription d'un examen radiologique *doit* être fondée sur une évaluation clinique de l'état du patient et avoir pour but d'obtenir une information nécessaire au diagnostic.
2. Les examens courants et les examens de dépistage, par exemple en vue d'un emploi ou pour un dépistage collectif de la tuberculose, les mammographies collectives, etc., qui ne sont pas précédés d'une évaluation clinique du sujet, sont *à proscrire*.
3. Le médecin *doit* d'abord déterminer s'il y a eu des examens radiologiques antérieurs qui rendraient inutile un nouvel examen ou permettraient à tout le moins de l'abréger. Les clichés ou les rapports des examens antérieurs devraient être étudiés lors de l'évaluation clinique du patient.
4. Dans les cas où un patient est dirigé d'un cabinet de consultation ou d'un hôpital à un autre, les radiographies

ou les rapports *devraient* suivre et être étudiées par le médecin consultant.

5. En ordonnant un examen radiologique, le médecin *doit* préciser les indications cliniques et l'information qu'il cherche.
6. Le nombre de clichés requis *doit* être réduit au minimum nécessaire à la réalisation des objectifs de l'investigation.
7. En prescrivant des examens radiologiques à une femme qui est ou qui pourrait être enceinte, le médecin *doit* prendre en considération les conséquences pour le foetus d'un tel examen.
8. Lorsqu'un cliché radiographique contient les renseignements que l'on cherche, on *devrait* éviter d'en ordonner la répétition pour la seule raison que la radiographie n'est pas de la meilleure qualité diagnostique possible.
9. Les examens spécialisés *ne doivent* être effectués que par un radiologiste qualifié ou en collaboration étroite avec lui.
10. Les médecins non radiologistes *ne devraient pas* faire fonctionner eux-mêmes les appareils radiologiques ou être responsables de leur utilisation.
11. Le dossier médical du patient devrait inclure les *détails* de tous les examens radiologiques qu'il a subis.

9.2 Règles à suivre pour la radiographie des femmes enceintes

La radiographie de la région pelvienne chez une femme enceinte irradie simultanément les gonades de la mère et le foetus entier. L'irradiation du foetus entraîne pour l'enfant le risque d'effets somatiques et augmente le danger d'effets génétiques pour les enfants à venir. Par conséquent, on *devrait* faire l'impossible pour éviter l'irradiation inutile d'une femme enceinte ou qui pourrait l'être. L'application de cette règle assume une importance particulière dans les débuts de la grossesse, quand le risque d'endommager les cellules en division rapide est à son maximum. Cependant, en dépit de la possibilité de telles lésions, lorsqu'un examen radiologique est jugé nécessaire pour le diagnostic ou le traitement d'un problème médical urgent, il doit être pratiqué même si on a des raisons de croire que la patiente est enceinte.

Les recommandations suivantes doivent être observées pour les examens radiologiques des femmes qui sont ou pourraient être enceintes.

1. Chez la femme en âge de fécondité, la radiographie de la région pelvienne *ne devrait* être pratiquée que dans les dix jours suivant le début de la menstruation, étant donné que le risque de grossesse est très faible à cette période.
2. Seules les investigations essentielles *devraient* être entrepri-

ses dans le cas des femmes qui sont ou pourraient être enceintes. La radiographie facultative de l'abdomen ou de la région pelvienne chez la femme enceinte *doit* être évitée. (Le mot «facultative» désigne ici une radiographie de l'abdomen et du bassin alors que le diagnostic ou le traitement ne sont pas reliés à une affection immédiate).

3. La femme qui est ou pourrait être enceinte *ne doit pas* être incluse dans un examen radiophotographique collectif de dépistage.
4. Dans les cas où il est nécessaire de procéder à une radiographie de la région pelvienne ou de l'abdomen, l'exposition *doit* être réduite au strict minimum jugé nécessaire. De plus, il est essentiel d'utiliser les protecteurs de gonades et tous les dispositifs de protection dont l'utilisation est compatible avec les objectifs de l'examen.
5. Si l'examen radiologique du foetus est nécessaire, il *faut* placer la mère en décubitus ventral. Cette position protège le foetus du rayonnement mou et réduit donc la dose qu'il reçoit.
6. La radiologie *ne devrait pas* être utilisée pour déterminer la présentation du foetus ou localiser le placenta. Il vaut mieux avoir recours à d'autres techniques, comme l'échographie ultrasonique.
7. La radiographie des poumons, des extrémités, etc., chez une femme enceinte, pratiquée pour des motifs médicaux valables, *ne devrait* l'être qu'avec un collimateur approprié et une protection de la région abdominale.

9.3 Règles à suivre pour l'examen radiographique des seins (mammographie)

Au Canada, le cancer du sein est la principale cause de décès chez les femmes de 35 à 54 ans. À tout âge d'ailleurs, le cancer du sein présente une morbidité importante et pour ces raisons, le public exerce sans relâche des pressions pour que l'on utilise des techniques de détection précoce. L'une des méthodes les plus couramment utilisées dans le diagnostic du cancer du sein est la mammographie. Selon la technique radiologique et le récepteur d'image utilisés, et selon la qualité de l'appareil lui-même, la dose absorbée par les tissus en mammographie varie entre 1 et 10 rads (10 à 100 mGy) par cliché. Étant donné qu'un examen mammographique comporte deux ou trois clichés pour chaque sein, l'utilisation de ce procédé pour un examen collectif de dépistage représente pour la population féminine une importante source d'exposition et l'enferme dans un véritable dilemme, car le procédé même de détection risque de déclencher la maladie qu'il cherche à dépister. En

effet, on sait que le rayonnement ionisant peut causer le cancer du sein.

Les recommandations suivantes, si elles sont observées, permettront d'éviter cette situation. Elles n'ont pas pour but de restreindre la liberté individuelle d'un médecin dans le traitement d'une patiente, mais d'empêcher les dépistages de groupe et les risques qu'ils entraînent pour des nombres considérables de femmes.

1. La mammographie *ne doit pas* être offerte comme examen de dépistage aux femmes de tous les âges.
2. Ce dépistage est provisoirement acceptable pour les femmes de plus de cinquante ans jusqu'à ce que ses avantages et ses risques aient été évalués. À cette fin, *on ne doit* utiliser que les techniques à faible dose.
3. Les femmes de moins de cinquante ans qui ne présentent aucun symptôme *ne devraient* être soumises à l'examen mammographique que si elles ont des antécédents personnels, par exemple un premier cancer à un sein, ou familiaux de cancer du sein qui le justifient.

9.4 Dépistage collectif des affections pulmonaires

1. Le dépistage collectif des affections pulmonaires *ne devrait* être pratiqué que dans les régions où la fréquence de la tuberculose est élevée ou dans certaines populations particulièrement sensibles aux maladies du poumon. La sélection des groupes de population soumis au dépistage collectif *devrait* être fondée sur la probabilité de découvrir un nombre statistiquement significatif de cas d'affections cardio-pulmonaires et sur l'existence de tous les moyens et de toutes les installations nécessaires au traitement de ces patients.
2. Le dépistage collectif, pratiqué sur la population en général, pour déceler les cas possibles de tuberculose et d'autres maladies pulmonaires *doit être évité*.
3. La radiographie pulmonaire lors de l'admission dans un hôpital *ne devrait pas* être pratiquée de façon générale mais seulement chez les groupes à haut risque.
4. Les radiographies pulmonaires *ne devraient pas* faire normalement partie d'un examen médical préalable à l'emploi ou à l'entrée dans une maison d'éducation.
5. Étant donné que les appareils de radiophotographie exigent, pour produire un cliché, un niveau plus élevé d'exposition que les appareils radiographiques ordinaires et qu'il en découle peu d'informations significatives, les appareils de radiophotographie *ne doivent pas* être utilisés à la place des appareils ordinaires pour les examens pulmonaires et

ils *ne devraient pas* être employés pour les dépistages collectifs quand on dispose d'appareils ordinaires.

9.5 Règles à suivre pour les examens radiographiques

À part l'élimination complète des examens radiographiques, la méthode la plus efficace de réduire l'exposition du patient est d'utiliser pour ces examens une bonne technique. Ainsi, il est possible d'obtenir une série de radiographies acceptables pour le diagnostic avec des expositions très variées, par le choix des facteurs techniques de l'opération. L'opérateur et le radiologiste doivent être conscients de ce fait et ils doivent être capables de pratiquer l'examen selon des méthodes qui assurent une exposition minimale du patient.

9.5.1 Recommandations générales

1. L'opérateur *ne doit jamais* pratiquer un examen sans qu'il ait été prescrit par le médecin traitant.
2. L'exposition du patient *doit* être limitée au strict minimum compatible avec les objectifs de l'examen et la nature de l'information diagnostique recherchée. À cette fin, il est *important* d'utiliser les techniques les plus appropriées aux appareils dont on dispose.
3. On *doit* observer un soin tout particulier, selon les recommandations du paragraphe 9.2, lorsqu'on procède à l'examen radiologique d'une femme enceinte ou qui pourrait l'être.
4. Le faisceau *doit* être bien collimaté de façon à le limiter à la surface minimale nécessaire à l'examen.
5. La dimension du faisceau utile *doit* être limitée à la dimension du récepteur d'image ou à une dimension moindre.
6. Le rayon *ne doit pas* être dirigé sur les gonades à moins que cette orientation soit absolument nécessaire. Dans ce cas, on *doit* utiliser des protecteurs spéciaux, si l'examen n'en souffre pas. Voir au paragraphe 10 les règles relatives à l'utilisation des protecteurs de gonades.
7. Les vêtements protecteurs *doivent* être utilisés dans tous les cas où la chose est possible afin de limiter la dose reçue par les tissus. Il est particulièrement important de protéger les organes hématopoïétiques, les gonades et la thyroïde chez les enfants.
8. La distance source-peau *devrait* être aussi grande que le permet la technique radiographique utilisée.
9. Pour les très jeunes enfants, il est *recommandé* d'utiliser des dispositifs spéciaux de contention.
10. Les détails de tout examen radiologique *devraient* être consignés au dossier du patient.

9.5.2 Recommandations au sujet des techniques radiographiques

1. Les bords du faisceau *devraient* être visibles sur tous les clichés afin de montrer que seule la surface nécessaire a été irradiée. La pellicule *doit* être aussi petite que le permet l'objectif diagnostique poursuivi.
2. Le film destiné à être employé avec un écran *ne devrait pas* être utilisé sans écran, parce qu'il est moins sensible au rayonnement direct que le film destiné à l'utilisation sans écran.
3. Les émulsions les plus sensibles ou les films-écrans combinés les plus rapides compatibles avec des résultats acceptables *devraient* être utilisés. Dans les cas où le pouvoir de résolution le plus élevé n'est pas nécessaire, la combinaison film-écran la plus rapide *devrait* être utilisée.

   Les écrans renforçateurs faits de phosphore de terres rares *devraient* être utilisés quand la chose est possible. En employant ces écrans renforçateurs du genre terres rares et les émulsions mises au point pour utilisation avec ces écrans, il est possible de diminuer l'exposition d'au moins 50 p. 100 par rapport à ce que permettent les systèmes au tungstate de calcium. Ces diminutions proviennent de la plus grande capacité d'absorption des rayons X et de la plus grande efficacité de conversion des nouveaux phosphores. Les systèmes à base de terres rares ont une efficacité de conversion en lumière du rayonnement X de 15 à 20 p. 100 par rapport à celle des systèmes au tungstate de calcium qui est d'environ 5 p. 100.
4. Afin que l'exposition du patient soit réduite au minimum compatible avec une image de qualité, on *devrait* combiner les moyens techniques qui peuvent être avantageux, par exemple:
   (a) l'utilisation d'une grille d'antidiffusion ou d'un espace d'air entre le patient et le récepteur d'image;
   (b) l'utilisation de la distance foyer-film optimale, compte tenu de la nature de l'examen;
   (c) l'utilisation du plus haut kilovoltage compatible avec des radiographies de bonne qualité;
   (d) l'utilisation de minuteries automatiques destinées à maintenir au minimum toutes les expositions et à prévenir les reprises.

5. Le radiographe *devrait* examiner les films développés, afin de s'assurer que les techniques utilisées produisent des clichés convenables pour le diagnostic et que l'appareil fonctionne correctement.
6. Pour éliminer la nécessité de reprendre les expositions, il est particulièrement important, avant d'exécuter une série de clichés, de prendre un film préliminaire et de le développer pour vérifier l'exactitude des réglages.
7. Bien que les équivalents de dose admissibles pour les travailleurs sous rayonnement et la population en général aient été définis, il n'y a pas d'équivalents de dose qui aient été recommandés, jusqu'à ce jour, pour les personnes qui subissent des examens radiologiques. Pour ces personnes, le risque représenté par l'exposition au rayonnement doit être évalué en fonction de la nécessité d'un diagnostic précis. Cependant, à partir des données du programme de *Nationwide Evaluation of X-Ray Trends (N.E.X.T.)*, il est maintenant possible de recommander une limite supérieure de dose d'entrée pour les examens radiologiques courants, non spécialisés. Pour une personne type ayant les caractéristiques anthropométriques indiquées au Tableau 1, la dose d'entrée (sans rétro-diffusion) *ne devrait pas* dépasser les valeurs indiquées au Tableau 2.

TABLEAU 1

Caractéristiques anthropométriques du patient type

Partie du corps	Épaisseur (cm)
Tête (latérale)	15
Cou (A/P)	13
Thorax (P/A)	23
Abdomen (A/P)	23
Pied (D/P)	8

TABLEAU 2

Limites supérieures recommandées pour la dose à la peau

Examen (projection)	Dose à la peau (mR)	Dose à la peau (μC/kg)
Thorax (P/A)	30	8
Crâne (latéral)	300	77
Abdomen (A/P)	750	193
Colonne cervicale (A/P)	250	65
Colonne thoracique (A/P)	900	232
Colonne complète (A/P)	300	77
Colonne sacro-lombaire (A/P)	1000	258
Pyélogramme rétrograde (A/P)	900	232
Pieds (D/P)	270	70

Remarque: Les doses à la peau admissibles indiquées dans ce tableau sont fondées sur les niveaux de 3^e quartile des données de N.E.X.T. En pratique, il devrait être possible de maintenir les doses à la peau considérablement en deçà de ces limites.

9.5.3 Recommandations au sujet de la radioscopie

1. Étant donné les doses relativement élevées qui résultent de la radioscopie, cette méthode *ne devrait* être que dans les cas où il n'est pas possible d'obtenir des résultats équivalents au moyen de la radiographie simple. La radioscopie *ne doit pas* être utilisée comme substitut de la radiographie.
2. La radioscopie *ne doit* être pratiquée que par un radiologiste ou un médecin ayant une formation spécialisée à l'utilisation de ces techniques, ou sous sa surveillance immédiate.
3. Tout examen radioscopique *devrait* être pratiqué aussi rapidement que possible, en réduisant au minimum les dimensions du champ.
4. Le taux d'exposition utilisé en radioscopie *doit* être aussi bas que possible et *ne pas dépasser* 10 roentgens (2,58 C/kg) par minute à la position où l'axe central du faisceau pénètre le corps. Avec les appareils modernes, la plupart des examens radioscopiques peuvent être pratiqués à des taux d'exposition de moins de 5 roentgens (1,29 C/kg) par minute.
5. On *doit* utiliser un intensificateur d'image afin de réduire la dose au patient. Les intensificateurs d'image réduisent de

façon significative le taux et la durée d'exposition. Cependant, l'opérateur *doit* surveiller le courant du tube radiogène et la tension sur les appareils à contrôle automatique de luminance, étant donné que ces deux facteurs peuvent atteindre, à l'insu de l'opérateur, des valeurs assez élevées, surtout si le gain de l'amplificateur est diminué.

6. La télésurveillance *doit* être utilisée de pair avec l'intensificateur de luminance.
7. On ne *devrait* utiliser les appareils radioscopiques mobiles que dans les cas où il est impossible de transporter le patient dans un service permanent de radioscopie.
8. La radiocinéma impose au patient une dose plus forte que toutes les autres techniques de radiodiagnostic, parce que le courant du tube radiogène et la tension utilisés sont plus élevés que ceux qu'on utilise en radioscopie. Par conséquent, cette technique *ne devrait pas* être utilisée à moins qu'elle ne présente des avantages importants pour un cas particulier.

9.5.4 Recommandations au sujet de l'examen radiophotographique

1. Le faisceau *doit* être limité à la surface de l'écran fluorescent et on *recommande* de le limiter à la dimension minimale compatible avec les exigences cliniques.
2. L'opérateur *doit* prendre les mesures appropriées pour exclure ou protéger les gonades du faisceau direct.
3. Il est essentiel de vérifier régulièrement le rendement des appareils, en insistant particulièrement sur l'efficacité des systèmes optiques. Ceux-ci doivent être remplacés aussitôt que l'on remarque une détérioration du rendement.

9.5.5 Recommandations au sujet de la mammographie

1. On *ne devrait* utiliser pour la mammographie qu'un appareil spécialement conçu pour cet usage ou pour la radiographie des tissus mous; la source de rayonnement *doit* être appropriée au type de récepteur d'image.
2. Le film à exposition directe *ne devrait pas* être utilisé pour la mammographie.
3. Il est préférable qu'un ou deux techniciens travaillant dans un service radiologique se spécialisent dans les examens mammographiques. En effet, il n'est pas à conseiller de faire passer à tour de rôle les techniciens dans ce service.

9.5.6 Recommandations au sujet des examens spéciaux

1. Les examens neurologiques, comme l'angiographie de la carotide, soumettent les yeux du patient à une dose importante. Par conséquent, dans les incidences où l'information diagnostique n'en serait pas amoindrie, il est *recommandé* d'utiliser un protecteur pour les yeux.
2. Dans le cathétérisme et l'angiographie cardiaques, la thyroïde est exposée à une dose importante de rayonnement. C'est pourquoi on *doit* utiliser si possible la protection appropriée.

10. Règles à suivre pour réduire la dose de rayonnement au niveau des gonades

Les radiations ionisantes peuvent entraîner des génovariations et des modifications aberrantes de la structure des chromosomes cellulaires. Il peut en découler, dans la descendance de l'individu, des mutations qui ont peu de chances d'être favorables. Le plus souvent, ces mutations induites dans un bassin génétique de population risquent de ne pas disparaître avant plusieurs générations.

Le radiodiagnostic constitue actuellement dans la population la principale cause d'exposition au rayonnement au niveau des gonades. Aussi, réduire l'irradiation des gonades chez les patients contribue grandement à la diminution des doses de rayonnement d'importance génétique dans la population.

On présume généralement qu'il n'existe aucun seuil d'irradiation en deçà duquel les effets génétiques ne sauraient survenir. En conséquence, il importe d'éviter même les faibles expositions aux rayonnements des régions gonadiques des patients, à moins que de telles expositions s'imposent cliniquement.

10.1 Recommandations pour réduire la dose de rayonnement au niveau des gonades des patients

Les radiologistes et les radiographes *doivent* tenir compte de quatre facteurs importants dans la réduction de la dose gonadique au patient.

1. *La collimation du faisceau de rayonnement* — Il ne suffit pas de limiter le faisceau aux dimensions du récepteur d'image. Il est *recommandé* de restreindre le faisceau à la zone d'intérêt diagnostique. Le rayonnement sur quelque partie du corps étrangère à la zone concernée n'ajoute rien à l'examen et ne sert qu'à augmenter l'irradiation du corps et des gonades.
2. *Protège-gonades* — Il est fortement *recommandé* d'utiliser un écran spécifique sur les gonades dans les cas suivants:
   (i) les gonades se trouvent inévitablement à proximité du champ ou dans le faisceau radiogène primaire;
   (ii) lorsque le patient est encore en état de procréer; et
   (iii) lorsque les objectifs cliniques ne risquent pas d'être compromis.
3. *Choix des facteurs techniques appropriés* — Le choix de la tension, du courant et du degré de filtration est particulièrement important dans les procédés diagnostiques où les gonades se trouvent à proximité du champ ou dans le faisceau radiogène primaire. Par exemple, en radioscopie, l'utilisation d'une tension et d'une filtration plus intenses et d'un courant plus faible au tube radiogène réduit presque toujours la dose de rayonnement aux gonades.

4. *Sensibilité des systèmes de formation d'image* — La dose de rayonnement au niveau des gonades est inversement proportionnelle à la sensibilité du système de formation d'image. Ainsi, en doublant la sensibilité, on réduit de moitié la dose aux gonades. Inversement, une sensibilité réduite de moitié double la dose d'irradiation. Il est donc très important de maintenir la sensibilité du système de formation d'image à sa valeur optimale et d'être attentif à toute détérioration significative.

10.2 Recommandations pour réduire la dose de rayonnement au niveau des gonades de l'opérateur

Il suffit d'adhérer strictement aux procédés de sécurité décrits à la section 8 du présent Code de sécurité pour assurer que les doses d'irradiation au niveau des gonades des radiologistes et des radiographes sont le plus faibles possible.

ANNEXE I

Dose maximale admissible de rayonnement ionisant aux opérateurs et au personnel exposés dans l'exercice de leurs fonctions

On distingue deux catégories de personnes auxquelles s'adressent les normes de radioprotection: les personnes affectées à des travaux dans une ambiance de radiations et les autres personnes. Les doses maximales admissibles dans ces deux catégories sont portées au tableau qui suit. Ces limites d'équivalence des doses sont conformes aux recommandations de la Commission internationale de protection radiologique émises en 1977 et publiées dans CIPR 26.

Il est important de noter que les équivalences de dose maximales admissibles de rayonnement chez les professionnels des radiations ne s'appliquent qu'aux expositions résultant directement de leur occupation et non pas aux irradiations d'autres sources, telles que le diagnostic ou le rayonnement naturel.

Il faut aussi noter que selon la CIPR, il suffit de fixer les limites d'équivalence de doses annuelles et elle ne recommande aucune autre restriction du taux instantané ou du taux d'accumulation de l'irradiation, sauf dans le cas des femmes en état de procréer et des femmes enceintes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leurs fonctions. L'ancienne formule limitant l'équivalence de dose en fonction de l'âge, c'est-à-dire à 5 (N − 18) rem à l'âge N, n'est plus utilisée.

	Équivalence des doses maximales admissibles (corps entier)	
	Annuelle	**Hebdomadaire (moyenne)**
Professionnels des travaux sous radiation	5 rem (50 mSv)	0,1 rem (1 mSv)
Autres travailleurs ou public en général	0,5 rem (5 mSv)	0,01 rem (0,1 mSv)

1 Sievert (Sv) est l'équivalent de 100 rem.

Note:

1. Il est important de noter que toute exposition au rayonnement comporte un élément de risque et que bien que les niveaux recommandés dans le cadre de cette annexe soient des valeurs maximales, toutes les doses administrées *devraient* être aussi faibles que possible et toute exposition qui n'est pas absolument nécessaire *devrait* être évitée.
2. Les données de la Commission nationale des mesures des radiations démontrent que la dose annuelle reçue par les opérateurs en radiodiagnostic au Canada est inférieure à 50 millirem (0,5 mSv) et que 90 p. 100 des opérateurs en radiodiagnostic reçoivent une dose annuelle inférieure à 500 mrem (5 mSv). En conséquence, l'application du principe «As low as reasonably achievable» (ALARA) (Doses aussi faibles que possible) aux opérateurs en radiodiagnostic à titre de groupe de travailleurs, permet de supposer que la dose individuelle *ne doit pas* dépasser 500 mrem (5 mSv).
3. Les femmes en état de procréer *ne doivent pas* être soumises à une exposition abdominale supérieure à 1,3 rem (13 mSv) par trimestre (13 semaines) dans l'exercice de leur travail.
4. Lorsque le diagnostic de grossesse a été posé, l'employeur *doit* affecter la femme enceinte à des travaux ne l'exposant pas à une irradiation de dose équivalente à l'abdomen de plus de 1,5 rem (15 mSv) pour toute la durée de la grossesse.
5. Pour les apprentis techniciens de moins de 18 ans, l'équivalence de dose maximale annuelle *ne doit pas* dépasser 1,5 rem (15 mSv). On *ne doit pas* affecter aux travaux sous radiations les jeunes de moins de 16 ans.
6. La CIPR ne recommande plus d'observer des limites différentes selon les organes en cause. La Commission est d'avis qu'on peut prévenir les effets non stochastiques en appliquant une équivalence de dose limite annuelle de 50 rem (0,5 mSv) à tous les tissus, sauf le cristallin sur lequel la dose limite annuelle recommandée est de 15 rem (0,15 Sv).

ANNEXE II

Guides de blindage pour installations de radiographie diagnostique

Pour déterminer la protection nécessaire dans les installations de radiodiagnostic, il est nécessaire de posséder certains renseignements préliminaires. Dans certains cas, l'épaisseur de la couche de plomb ou de béton requise pour réduire les niveaux de rayonnement au maximum admissible peut être déterminée directement à partir des données des Tableaux 4 et 5 de la présente annexe. Dans les autres cas, l'épaisseur de blindage requise peut être calculée à l'aide de la formule faisant l'objet des Figures 1 à 3 de la présente annexe.

Dans les deux cas, les réponses aux questions suivantes doivent être fournies.

1. Quelle est la distance entre le point le plus rapproché de la zone à protéger et la position moyenne d'opération du tube radiogène?
2. La zone doit-elle être désignée contrôlée ou non contrôlée, c'est-à-dire la zone doit-elle être occupée par des professionnels des travaux sous radiations (sujets à la limite de 100 mrem ou 1 mSv par semaine) ou des personnes exposées occasionnellement aux rayonnements (sujets à la limite de 10 millirem ou 0,1 mSv par semaine)?
3. Quel sera ou quel est le coefficient d'occupation (T) de la zone? Le coefficient d'occupation est défini en fonction du temps d'occupation normale de la zone, exprimée en fraction de la semaine de travail (s'il n'est pas connu, se servir du Tableau 1).
4. L'écran placé entre le tube radiogène et la zone occupée sert-il de protection primaire ou secondaire, c'est-à-dire l'écran doit-il servir à atténuer le faisceau direct utile ou seulement le rayonnement parasite (de fuite et diffusé)?
5. Quel sera le coefficient d'utilisation (U) de l'écran protecteur requis? Le coefficient d'utilisation est défini à titre de fraction du temps d'opération durant lequel le faisceau utile est dirigé sur le blindage ou la zone considérée (s'il n'est pas connu, consulter le Tableau 2).
6. Quel sera le volume ou la charge de travail (W) de la salle de radiographie? Le volume de travail désigne le temps d'opération d'un appareil radiographique, exprimé en milliampères-minute par semaine.
7. Quels seront la tension et le rendement maximaux et moyens du tube radiogène?

Tableau 1

Les coefficients d'occupation indiqués dans ce tableau ont pour objet de servir de guide pour le calcul du blindage des installations dont le coefficient d'occupation n'est pas connu.

T = 1 (pleine occupation)	Cabines de commande, bureaux, postes des infirmières, corridors et salles d'attente assez vastes pour être utilisés comme bureaux, salles et chambres des patients, laboratoires de traitement des films, salles de travail et boutiques, toilettes et salles de repos pour le personnel des services radiographiques, lieux d'habitation, terrains et salles de jeux d'enfants, espaces occupés dans les immeubles voisins.
T = 1/4 (occupation partielle)	Corridors trop étroits pour être utilisés comme bureaux, pièces de service, toilettes et salles de repos non utilisées couramment par le personnel des services radiographiques, ascenseurs avec opérateur, terrains de stationnement sans préposé, salles de déshabillage des patients.
T = 1/16 (occupation occasionnelle)	Cabinets trop petits pour servir de lieux de travail, toilettes non utilisées couramment par le personnel des services radiographiques, cage d'escaliers, ascenseurs automatiques, rues et trottoirs.

Tableau 2 — Coefficient d'utilisation pour le calcul des blindages de protection primaire*

Le coefficient d'utilisation décrit dans ce tableau est destiné à servir de guide dans la planification du blindage des installations lorsque le coefficient d'utilisation n'est pas connu.

U = 1 (pleine utilisation)	Planchers de salles de radiographie, murs comportant un support à cassette vertical, tous les autres murs, portes ou plafonds couramment exposés au faisceau utile.
U = 1/4 (utilisation partielle)	Portes et murs des salles de radiographie qui ne sont pas couramment exposés au faisceau utile.
U = 1/16	Plafonds des salles de radiographie non couramment exposés au faisceau utile.

**Note:* Le coefficient d'utilisation pour le calcul des blindages de protection secondaire est toujours 1.

Tableau 3 — Volume (W) de travail typique dans des services très occupés

	Nombre de patients par jour	Volume de travail en mA-min/sem.		
		≤100 kVp	125 kVp	150 kVp
Thorax (36 cm × 43 cm)	60	150	—	—
Cystoscopie	8	600	—	—
Radioscopie incluant clichés au sélecteur	24	1500	600	300
Radioscopie excluant clichés au sélecteur	24	1000	400	200
Radioscopie avec intensification de l'image, incluant clichés au sélecteur	24	750	300	150
Radiographie générale	24	1000	400	200
Techniques spéciales	8	700	280	140

Tableau 4: Écran protecteur primaire nécessaire pour 100 mR par semaine (zone contrôlée)

Les données classifiées représentent la quantité maximale de plomb ou de béton requise pour réduire l'exposition dans les zones contrôlées à 100 mR (25,8 μC/kg) en une semaine. Ces épaisseurs d'écran servent dans le cas d'une source unique de rayonnement. Si plus d'une source irradie le secteur d'intérêt, on doit tenir compte, dans la détermination du blindage requis, de la contribution de chaque source. De plus, on doit considérer pleinement les matériaux des structures envisagées ou existantes dans le calcul du blindage requis.

L'épaisseur de plomb et de béton nécessaire est donnée en nombres arrondis à 0,05 mm et 0,5 cm respectivement.

Il faut noter que la feuille de plomb n'est offerte commercialement qu'en épaisseurs données au Tableau 7.

Note: Pour informatiser le blindage requis pour une zone non contrôlée, où l'exposition au rayonnement maximal admissible pour une semaine est de 10 mR (2,58 μC/kg), il est nécessaire d'ajouter une épaisseur d'un dixième au blindage. Ces valeurs de 1/10^e pour les couches de plomb et de béton sont portées au Tableau 6 de la présente annexe.

A. Plomb

Potentiel du tube	Volume de travail efficace (WUT) en mA-min	mm de plomb requis à une distance de la source de					
kVp	par sem.	1m	2m	3m	4m	5m	8m
50	3000	0,45	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
	2000	0,40	0,30	0,25	0,20	0,20	0,15
	1000	0,35	0,25	0,20	0,20	0,15	0,15
	500	0,35	0,25	0,20	0,15	0,15	0,10
	300	0,30	0,20	0,15	0,15	0,10	0,10
	100	0,20	0,15	0,10	0,10	0,10	0,05
	50	0,20	0,15	0,10	0,10	0,05	0,05

Potentiel du tube	Volume de travail efficace (WUT) en mA-min	mm de plomb requis à une distance de la source de					
kVp	par sem.	1m	2m	3m	4m	5m	8m
70	3000	1,15	0,85	0,70	0,60	0,55	0,40
	2000	1,10	0,80	0,65	0,50	0,45	0,35
	1000	0,90	0,65	0,50	0,40	0,35	0,25
	500	0,80	0,55	0,40	0,35	0,30	0,20
	300	0,70	0,45	0,35	0,25	0,25	0,15
	100	0,50	0,30	0,20	0,15	0,15	0,10
	50	0,40	0,25	0,15	0,10	0,10	0,05
85	3000	1,90	1,45	1,25	1,10	1,00	0,70
	2000	1,80	1,35	1,15	0,95	0,85	0,65
	1000	1,55	1,20	0,95	0,75	0,65	0,50
	500	1,40	0,95	0,75	0,65	0,55	0,35
	300	1,20	0,80	0,65	0,50	0,45	0,25
	100	0,95	0,55	0,40	0,30	0,25	0,15
	50	0,75	0,45	0,25	0,20	0,15	0,10
100	3000	2,65	2,10	1,80	1,60	1,40	1,05
	2000	2,50	1,95	1,65	1,40	1,25	0,90
	1000	2,20	1,70	1,40	1,15	1,00	0,70
	500	1,95	1,40	1,10	0,90	0,75	0,50
	300	1,75	1,25	0,95	0,75	0,60	0,35
	100	1,35	0,85	0,60	0,45	0,35	0,20
	50	1,10	0,65	0,40	0,30	0,20	0,10
125	3000	3,05	2,50	2,15	1,95	1,75	1,40
	2000	2,90	2,35	2,00	1,75	1,60	1,25
	1000	2,60	2,05	1,75	1,50	1,35	1,00
	500	2,30	1,80	1,45	1,25	1,10	0,75
	300	2,10	1,60	1,25	1,05	0,90	0,60
	100	1,70	1,15	0,90	0,70	0,55	0,30
	50	1,45	0,90	0,65	0,50	0,40	0,20

Potentiel du tube	Volume de travail efficace (WUT) en mA-min	mm de plomb requis à une distance de la source de					
kVp	par sem.	1m	2m	3m	4m	5m	8m
150	3000	3,40	2,80	2,50	2,25	2,05	1,70
	2000	3,20	2,65	2,30	2,05	1,90	1,50
	1000	2,95	2,35	2,00	1,80	1,60	1,25
	500	2,65	2,10	1,75	1,55	1,35	1,00
	300	2,45	1,85	1,55	1,35	1,15	0,80
	100	2,00	1,45	1,15	0,90	0,75	0,50
	50	1,70	1,20	0,90	0,70	0,50	0,30
200	3000	5,1	4,2	3,6	3,3	3,0	2,7
	2000	4,8	3,9	3,3	2,9	2,7	2,4
	1000	4,3	3,4	2,9	2,6	2,3	1,8
	500	3,9	3,0	2,5	2,2	1,9	1,5
	300	3,5	2,7	2,2	1,9	1,7	1,2
	100	2,9	2,0	1,7	1,4	1,2	0,8
	50	2,5	1,7	1,3	1,1	0,9	0,5
250	3000	9,0	7,3	6,3	5,7	5,2	4,2
	2000	8,5	6,8	5,8	5,1	4,7	3,7
	1000	7,7	6,0	5,1	4,4	4,0	3,0
	500	6,8	5,2	4,3	3,7	3,3	2,4
	300	6,2	4,7	3,8	3,2	2,8	1,2
	100	5,0	3,5	2,7	2,2	1,8	1,2
	50	4,3	2,8	2,2	1,7	1,4	0,8
300	3000	14,0	11,4	9,7	8,7	7,8	6,2
	2000	13,3	10,5	9,0	7,7	7,2	5,6
	1000	11,8	9,2	7,7	6,7	5,9	4,5
	500	10,5	7,9	6,6	5,5	4,8	3,5
	300	9,5	7,3	5,7	4,8	4,2	2,9
	100	7,5	5,2	4,0	3,2	2,7	1,8
	50	6,4	4,2	3,1	2,4	2,0	1,2

B. Béton

Potentiel du tube	Volume de travail efficace (WUT) en mA-min	cm de béton requis à une distance de la source de					
kVp	par sem.	1m	2m	3m	4m	5m	8m
50	3000	4,5	3,5	3,0	2,5	2,5	2,0
	2000	4,0	3,0	2,5	2,0	2,0	1,5
	1000	3,5	2,5	2,0	2,0	1,5	1,5
	500	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5	1,0
	300	3,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0
	100	2,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5
	50	2,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5
70	3000	11,5	9,0	8,0	7,0	6,5	5,0
	2000	11,0	8,5	7,5	6,5	6,0	4,5
	1000	9,5	7,5	6,5	5,5	5,0	3,5
	500	8,5	6,5	5,5	4,5	4,0	2,5
	300	8,0	5,5	4,5	3,5	3,0	2,0
	100	6,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,0
	50	5,0	3,0	2,0	1,5	1,0	0,5
85	3000	15,5	13,0	11,0	10,0	9,0	7,0
	2000	15,0	12,0	10,5	9,0	8,5	6,5
	1000	13,5	10,5	9,0	8,0	7,0	5,5
	500	12,0	9,5	7,5	6,5	6,0	4,0
	300	11,0	8,5	7,0	5,5	5,0	3,5
	100	9,0	6,5	4,5	4,0	3,0	2,0
	50	7,5	5,0	3,5	3,0	2,0	1,0
100	3000	19,5	16,0	14,0	13,0	12,0	9,5
	2000	18,5	15,0	13,5	11,5	11,0	8,5
	1000	17,0	13,5	11,5	10,5	9,5	7,5
	500	15,0	12,0	10,0	9,0	8,0	5,5
	300	14,8	10,5	9,0	7,5	6,5	4,5
	100	11,5	8,5	6,5	5,5	4,5	2,5
	50	10,0	6,5	5,0	4,0	3,0	1,5

Potentiel du tube	Volume de travail efficace (WUT) en mA-min	cm de béton requis à une distance de la source de					
kVp	par sem.	1m	2m	3m	4m	5m	8m
125	3000	24,5	20,5	18,5	16,5	15,5	12,5
	2000	23,5	19,5	17,0	15,0	14,0	12,0
	1000	21,5	17,5	15,0	13,5	12,5	9,5
	500	19,5	15,5	13,0	12,0	10,5	8,0
	300	18,0	14,0	11,5	10,0	9,0	6,5
	100	15,0	11,0	9,0	7,0	6,0	4,0
	50	13,0	9,0	7,0	5,5	4,5	2,5
150	3000	29,0	24,5	22,0	20,0	19,0	16,0
	2000	28,0	23,5	21,0	18,5	17,5	14,5
	1000	25,5	21,0	18,5	16,5	15,0	12,0
	500	23,5	19,0	16,5	14,5	13,0	10,0
	300	21,5	17,0	14,5	13,0	11,5	8,5
	100	18,0	13,5	11,0	9,5	8,0	5,5
	50	16,0	11,5	9,0	7,5	6,0	3,5
200	3000	36,5	31,5	28,5	26,0	24,5	21,0
	2000	35,0	30,0	27,0	24,0	23,0	19,5
	1000	32,5	27,5	24,0	22,0	20,5	16,5
	500	30,0	24,5	21,5	19,5	17,5	14,5
	300	28,0	22,5	19,5	17,5	16,0	12,5
	100	23,5	18,5	15,5	13,5	11,5	8,5
	50	21,0	16,0	13,0	11,0	9,5	6,5
250	3000	41,5	36,0	33,0	30,5	29,0	25,5
	2000	40,0	34,5	31,5	28,5	27,0	23,5
	1000	37,5	32,0	28,5	26,0	24,5	20,5
	500	34,5	29,0	25,5	23,5	21,5	17,5
	300	32,5	27,0	23,5	21,5	19,5	15,5
	100	28,0	22,5	19,0	17,0	15,0	11,0
	50	25,0	19,5	16,5	14,0	12,0	8,5

Potentiel du tube	Volume de travail efficace (WUT) en mA-min	cm de béton requis à une distance de la source de					
kVp	par sem.	1m	2m	3m	4m	5m	8m
300	3000	47,5	41,0	37,5	35,0	33,0	28,5
	2000	45,5	39,0	35,5	32,5	31,0	27,0
	1000	42,5	36,0	32,5	30,0	28,0	23,5
	500	39,0	33,0	28,5	27,0	25,0	20,5
	300	37,0	31,0	27,0	24,5	22,5	18,5
	100	32,0	26,0	22,0	19,5	17,5	13,5
	50	29,0	23,0	19,0	16,5	14,5	10,5

Tableau 5: Écran protecteur secondaire requis pour 100 mR (25,8 μC/kg) par semaine (zone contrôlée)

Dans l'usage de ce tableau, se reporter aux explications accompagnant le Tableau 4.

A. Plomb

Potentiel du tube	Volume de travail efficace (WUT) en mA-min	mm de plomb requis à une distance de la source de					
kVp	par sem.	1m	2m	3m	4m	5m	8m
50	3000	0,25	0,10	0,05	0,05		
	2000	0,20	0,10	0,05			
	1000	0,10	0,05				
	500	0,05					
	300	0,05					
	100	—					
	50	—					
70	3000	0,65	0,30	0,20	0,10	0,05	
	2000	0,55	0,25	0,10	0,05		
	1000	0,40	0,10	0,05			
	500	0,25	0,05				
	300	0,10					
	100	0,05					
	50	—					
85	3000	0,95	0,50	0,35	0,15	0,10	0,05
	2000	0,80	0,40	0,20	0,10	0,05	
	1000	0,55	0,20	0,10	0,05		
	500	0,40	0,10	0,05			
	300	0,25	0,05				
	100	0,10					
	50	0,05					

Potentiel du tube	Volume de travail efficace (WUT) en mA-min	mm de plomb requis à une distance de la source de					
kVp	par sem.	1m	2m	3m	4m	5m	8m
100	3000	1,20	0,65	0,40	0,20	0,10	0,05
	2000	1,10	0,55	0,30	0,15	0,10	0,05
	1000	0,75	0,35	0,15	0,05	0,05	
	500	0,55	0,15	0,05	0,05		
	300	0,35	0,10	0,05			
	100	0,10	0,05				
	50	0,05					
125	3000	1,35	0,85	0,60	0,30	0,20	0,10
	2000	1,20	0,70	0,35	0,20	0,15	0,05
	1000	0,90	0,45	0,25	0,10	0,05	
	500	0,70	0,20	0,10	0,05		
	300	0,60	0,15	0,05			
	100	0,15	0,05				
	50	0,10					
150	3000	1,65	1,15	0,85	0,65	0,30	0,15
	2000	1,45	1,00	0,70	0,30	0,20	0,10
	1000	1,25	0,75	0,30	0,20	0,10	
	500	1,10	0,30	0,15	0,10		
	300	0,80	0,20	0,10			
	100	0,25	0,05				
	50	0,15					
200	3000	3,00	1,80	1,55	1,30	0,80	0,25
	2000	2,20	1,55	1,30	1,00	0,50	0,20
	1000	1,80	1,30	0,60	0,35	0,30	0,10
	500	1,50	1,00	0,30	0,20	0,10	
	300	1,30	0,50	0,20	0,15		
	100	0,50	0,15	0,05			
	50	0,30	0,05				

Potentiel du tube	Volume de travail efficace (WUT) en mA-min	mm de plomb requis à une distance de la source de					
kVp	par sem.	1m	2m	3m	4m	5m	8m
250	3000	5,10	3,30	2,40	2,05	1,85	0,60
	2000	4,40	2,70	2,10	1,80	1,00	0,50
	1000	3,40	2,15	1,50	0,70	0,55	0,25
	500	2,70	1,50	0,70	0,50	0,30	
	300	2,40	1,00	0,50	0,30	0,15	
	100	1,00	0,40	0,10			
	50	0,65	0,10				
300	3000	8,55	5,60	3,75	3,25	2,75	0,80
	2000	7,80	4,85	3,35	2,75	2,50	0,65
	1000	6,35	3,40	2,70	1,00	0,75	0,40
	500	4,85	2,75	1,00	0,65	0,50	0,15
	300	3,75	1,50	0,70	0,45	0,30	
	100	2,70	0,60	0,25			
	50	1,00	0,30				

B. Béton

Potentiel du tube	Volume de travail efficace (WUT) en mA-min	cm de béton requis à une distance de la source de					
kVp	par sem.	1m	2m	3m	4m	5m	8m
50	3000	1,5	1,0	0,5	0,5		
	2000	1,5	0,5	0,5			
	1000	1,0	0,5				
	500	0,5					
	300	0,5					
	100						
	50						
700	3000	3,5	2,0	1,0	0,5	0,5	
	2000	3,0	1,5	0,5	0,5		
	1000	2,0	1,0	0,5			
	500	1,5	0,5				
	300	0,5					
	100	0,5					
	50						
85	3000	5,5	3,5	2,5	1,0	0,5	0,5
	2000	4,5	3,0	1,0	0,5	0,5	
	1000	4,0	1,0	0,5	0,5		
	500	3,0	0,5	0,5			
	300	1,5	0,5				
	100	0,5					
	50	0,5					
100	3000	9,0	6,0	4,5	1,5	1,0	0,5
	2000	8,0	5,0	2,0	1,0	0,5	0,5
	1000	7,0	3,6	1,0	0,5	0,5	
	500	5,0	1,0	0,5	0,5		
	300	3,5	0,5	0,5			
	100	1,0	0,5				
	50	0,5					

Potentiel du tube	Volume de travail efficace (WUT) en mA-min	cm de béton requis à une distance de la source de					
kVp	par sem.	1m	2m	3m	4m	5m	8m
125	3000	11,5	8,0	6,0	3,0	2,0	0,5
	2000	10,5	7,5	4,0	2,0	1,5	0,5
	1000	9,0	5,5	2,0	1,0	0,5	
	500	7,0	2,0	1,0	0,5		
	300	6,0	1,5	0,5			
	100	2,0	0,5				
	50	1,0					
150	3000	15,5	11,0	8,5	5,5	3,5	1,5
	2000	13,5	10,0	7,5	3,5	2,5	1,0
	1000	12,0	7,5	3,5	2,5	1,5	
	500	9,5	3,5	2,0	1,0		
	300	8,0	2,5	1,0			
	100	3,0	0,5				
	50	1,5					
200	3000	21,0	15,0	12,5	9,0	7,0	4,0
	2000	19,0	14,0	11,0	7,0	5,5	3,0
	1000	16,5	11,5	6,5	5,0	3,0	1,0
	500	14,0	7,0	4,5	3,0	1,5	
	300	12,0	5,5	3,0	1,5		
	100	6,5	2,5	0,5			
	50	4,0	0,5				
250	3000	25,5	19,0	16,0	13,5	9,0	5,5
	2000	23,0	17,5	14,5	9,0	7,5	4,0
	1000	20,5	15,0	9,0	6,5	5,0	2,0
	500	17,5	11,5	6,0	4,0	3,0	
	300	15,3	7,0	4,5	2,5	0,5	
	100	8,0	3,5	1,0			
	50	5,5	1,5				

Potentiel du tube	Volume de travail efficace (WUT) en mA-min par sem.	cm de béton requis à une distance de la source de					
kVp		1m	2m	3m	4m	5m	8m
300	3000	29,0	22,5	18,5	16,0	11,0	7,5
	2000	26,0	20,5	17,0	14,0	9,5	6,0
	1000	24,0	18,0	14,0	9,0	7,0	3,5
	500	20,5	14,5	8,5	6,0	4,5	1,0
	300	18,0	9,5	6,5	4,0	2,5	
	100	10,5	5,5	2,5			
	50	8,0	3,0				

Tableau 6 — Couches de demi-atténuation et de déci-atténuation pour rayonnement X fortement filtré dans des conditions de faisceau élargi.

Potentiel du tube	Matériaux d'atténuation			
	Plomb (mm)		Béton (cm)	
kVp	CDemiA	CdéciA	CDemiA	CdéciA
50	0,06	0,17	0,43	1,5
70	0,17	0,52	0,84	2,8
85	0,22	0,73	1,25	4,5
100	0,27	0,88	1,6	5,3
125	0,28	0,93	2,0	6,6
150	0,30	0,99	2,24	7,4
200	0,52	1,7	2,5	8,4
250	0,88	2,9	2,8	9,4
300	1,47	4,8	3,1	10,4

Tableau 7 — Plaques de plomb offertes dans le commerce

Épaisseur		Poids en livres d'un pied carré	
Pouces	Équivalents en millimètres	Poids nominal	Poids réel
1/64	0,40	1	0,92
3/128	0,60	1½	1,38
1/32	0,79	2	1,85
5/128	1,00	2½	2,31
3/64	1,19	3	2,76
7/128	1,39	3½	3,22
—	1,50	—	3,48
1/16	1,58	4	3,69
5/64	1,98	5	4,60
3/32	2,38	6	5,53
—	2,5	—	5,80
—	3,0	—	6,98
1/8	3,17	8	7,38
5/32	3,97	10	9,22
3/16	4,76	12	11,06
7/32	5,55	14	12,9
1/4	6,35	16	14,75
1/3	8,47	20	19,66
2/5	10,76	24	23,60
1/2	12,70	30	29,50
2/3	16,93	40	39,33
1	25,40	60	59,00

Note:

1. La densité du plomb laminé offert dans le commerce est de 11,36 $g.cm^{-3}$.
2. Les limites de tolérance sont de ± 0,005 po pour les épaisseurs jusqu'à 7/128e et de ± 1/32e pour les épaisseurs au-delà.
3. Les feuilles d'une épaisseur inférieure à 1/32e po sont souvent plus coûteuses que celles d'épaisseur plus forte tant dans le prix du matériau que dans le coût de l'installation.

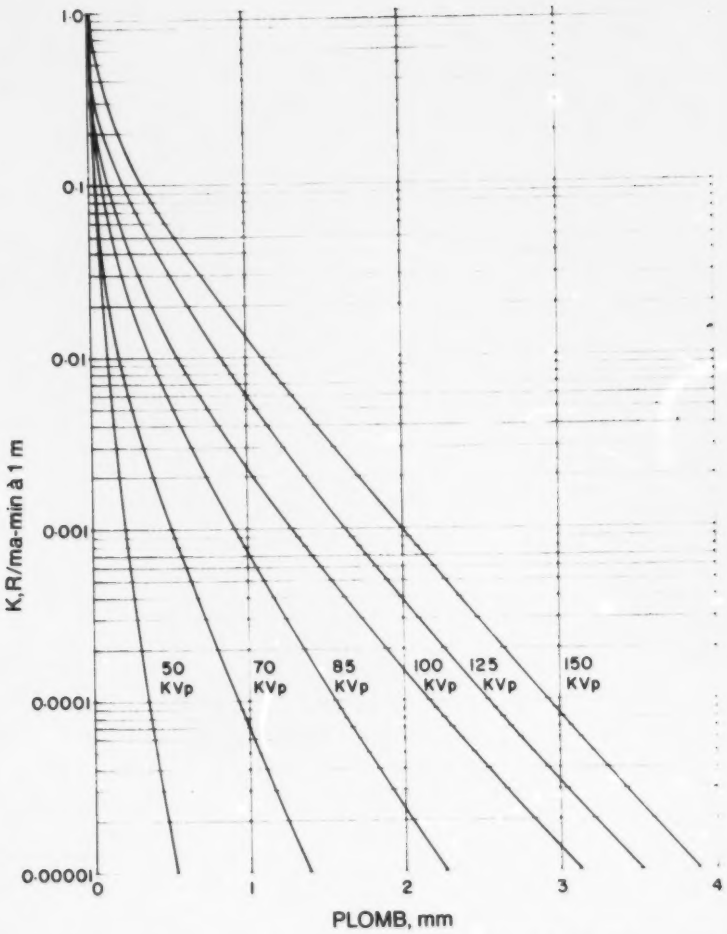

Figure 1 : Atténuation par le plomb des rayons X produits de 50 à 300 kV (crête)

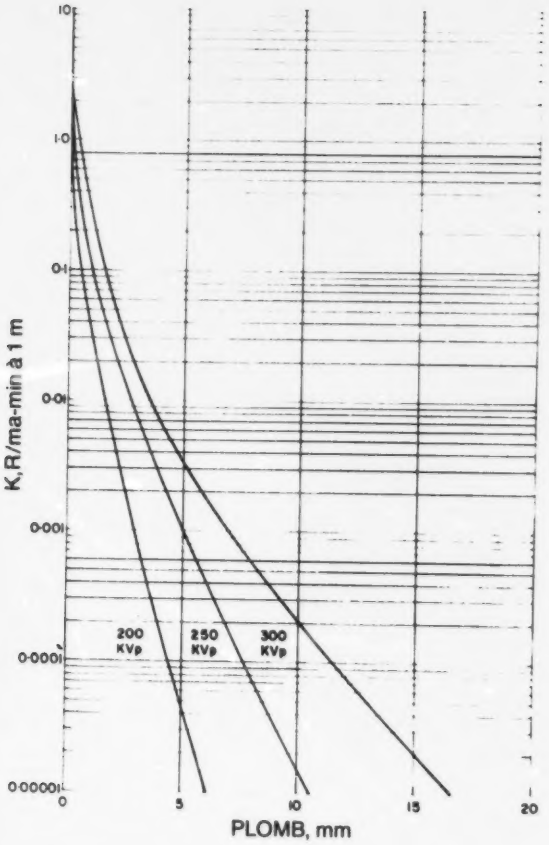

Figure 1: (suite)

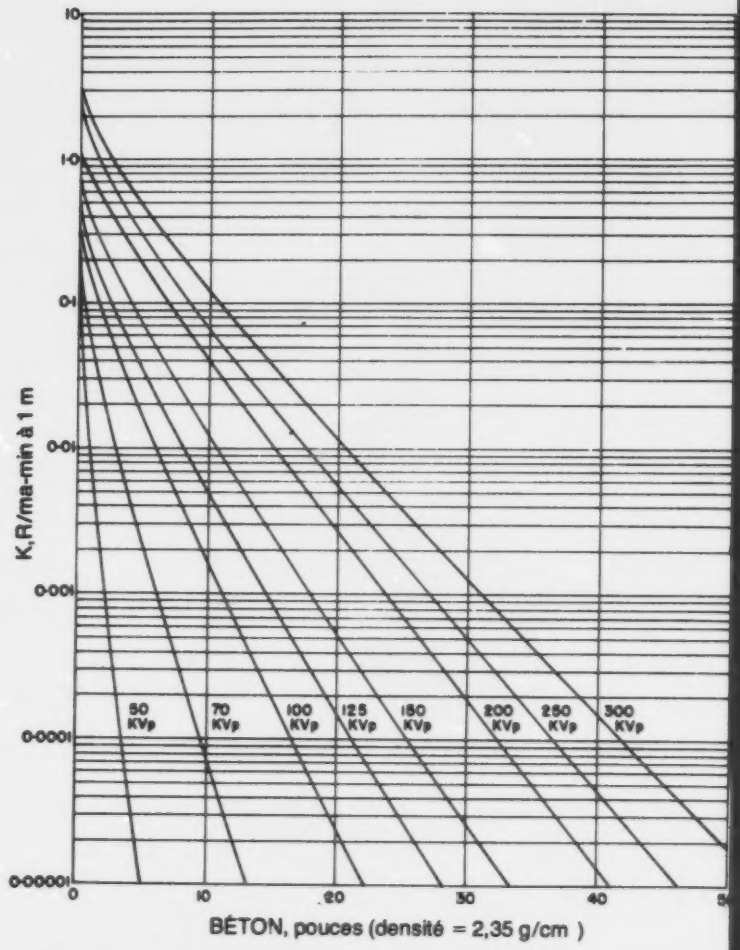

Figure 2: Atténuation par le béton des rayons X produits de 50 à 300 kVp (crête)

Formules de calcul des besoins en blindage

Dans les cas où les données fournies aux Tableaux 4 et 5 ne s'appliquent pas ou lorsque des valeurs plus précises s'imposent, l'épaisseur des écrans de protection nécessaires peut être calculée selon les formules ci-dessous. Cette méthode exige la connaissance du volume de travail W, exprimé en mA-min/semaine, du coefficient d'utilisation U, du coefficient d'occupation T et de la distance d, exprimée en mètres, de la source à la zone occupée. Les valeurs typiques de T, U et W sont fournies aux Tableaux 1 et 3 respectivement.

Cette méthode comporte le calcul de la valeur moyenne d'exposition par unité de volume de travail à l'unité de distance K, (en R/mA-min à 1 mètre) et ensuite l'emploi des courbes des Figures 1 et 2 en vue de déterminer l'épaisseur de plomb ou de béton nécessaire pour réduire le taux de rayonnement aux valeurs requises.

1. Écrans de protection primaires

Pour les écrans de protection primaires, la valeur de K peut être calculée d'après l'équation suivante:

$$K = \frac{Pd^2}{WUT} \qquad \text{(1)}$$

où: P = le maximum d'exposition hebdomadaire permise exprimée en R/semaine. Pour les zones contrôlées, P = 0,1 R/semaine; pour les zones non surveillées, P = 0,01 R/semaine.

d = la distance en mètres de la cible à l'écran de protection primaire;

W= le volume de travail en mA-min/semaine;

U= le coefficient d'utilisation;

T= le coefficient d'occupation;

K= l'exposition par charge d'appareil à la distance de l'appareil, en R/mA-min à 1 mètre.

Exemple: Déterminer l'épaisseur de l'écran de protection primaire nécessaire pour protéger une zone contrôlée située à 3 mètres de la cible d'un appareil diagnostique de 150 kVp dont le volume de travail hebdomadaire est de 2000 mA-min. Le mur possède un coefficient d'utilisation de 1 et le coefficient d'occupation de la zone au-delà du mur est de 1.

Dans ce cas,

$P = 0{,}1\ R$
$d = 3\ m$
$W = 2000\ mA\text{-}min$
$U = 1$
$T = 1$

D'après l'équation (1), $K = \dfrac{0{,}1 \times (3)^2}{2000 \times 1 \times 1} = \dfrac{0{,}9}{2000}$

$= 0{,}00045$ ou $4{,}5 \times 10^{-4}$.

Les courbes de 150 kVp des Figures 1 et 2 respectivement montrent que l'épaisseür nécessaire de l'écran est de 2,3 mm de plomb ou 20,5 cm de béton.

2. Écrans de protection secondaires

Les écrans de protection secondaires sont nécessaires pour fournir la protection contre le rayonnement de fuite et le rayonnement diffusé. Comme ces deux formes de rayonnement sont de qualité différente, il est nécessaire de déterminer séparément les besoins de protection contre chacun. Si l'épaisseur des écrans de protection contre le rayonnement de fuite et le rayonnement diffusé sont à peu près les mêmes, une couche de demi-atténuation doit être ajoutée à la plus forte des deux valeurs pour obtenir l'épaisseur de l'écran de protection secondaire. Si les épaisseurs des écrans de protection contre les rayonnements diffusé et de fuite diffèrent par au moins trois couches de demi-atténuation, la plus forte des deux suffit.

2.1 Écran de protection contre le rayonnement de fuite

Afin de calculer l'épaisseur nécessaire de l'écran de protection contre le rayonnement de fuite, on doit calculer le coefficient de transmission B nécessaire pour réduire l'exposition hebdomadaire à P. Pour la gaine du tube radiogène diagnostique, où la fuite maximale admissible de la gaine est de 0,1 roentgen à l'heure, le coefficient de transmission est fourni par la formule suivante:

$$B = \frac{600\ IPd^2}{WT}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

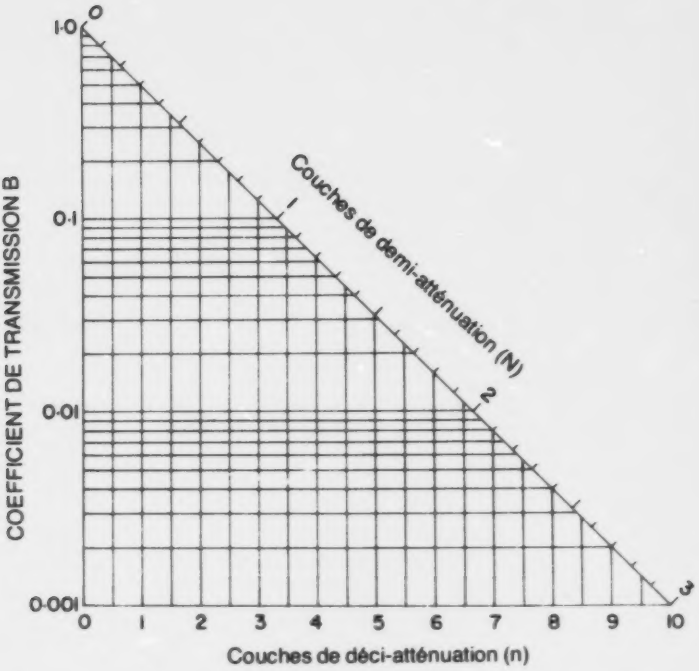

Figure 3: Rapport entre le coefficient de transmission B et le nombre de couches de demi-atténuation N ou de déci-atténuation n.

où: P = le taux d'exposition maximale admissible par semaine, exprimée en R/semaine. Pour les zones contrôlées, P = 0,1 R/semaine; pour les zones non surveillées, P = 0,01 R/semaine.
d = la distance en mètres qui sépare la gaine du tube radiogène de l'écran de protection secondaire;
I = le courant du tube radiogène exprimé en milliampères;
W= le volume de travail en mA-min/semaine;
T = le coefficient d'occupation.

Ayant calculé le coefficient de transmission B, l'épaisseur de l'écran, exprimée en couches de demi-atténuation, N, ou de déci-atténuation, n, peut être déterminée de la Figure 3. L'épaisseur nécessaire de l'écran en mm de plomb ou cm de béton peut être obtenue du Tableau 6 selon l'énergie appropriée.

Exemple: Déterminer l'épaisseur de l'écran nécessaire pour protéger une zone contrôlée située à 2 mètres de la gaine d'un appareil diagnostique de 200 kVp ayant un volume de travail hebdomadaire de 2000 mA-min. Assumer que le tube fonctionne à 5 mA et que la zone en question a un coefficient d'occupation de 1.

Dans ce cas,

P = 0,1 R
d = 2 m
W = 2000 mA-min
T = 1
I = 5 mA

D'après l'équation (2),

$$B = \frac{600 \times 5 \times 0{,}1 \times (2)^2}{2000 \times 1} = \frac{1200}{2000}$$

$$= 0{,}6.$$

D'après la Figure 3, une transmission de 0,6 correspond à une DCA de 0,13 ou une DcA de 0,7. Selon le Tableau 6, la couche de demi-atténuation de 200 kVp est de 0,52 mm de plomb ou 2,5 cm de béton. L'épaisseur nécessaire de l'écran de protection contre le rayonnement de fuite est donc:

(0,7 × 0,52) = 0,36 mm de plomb
(0,7 × 2,5) = 1,75 cm de béton.

2.2 Écran de protection contre le rayonnement diffusé

Le rayonnement diffusé a un taux d'exposition beaucoup plus bas que celui du faisceau incident et est généralement d'énergie inférieure. Cependant, pour les appareils radiographiques dont la tension d'alimentation ne dépasse pas 500 kVp, on assume généralement que les rayons diffusés possèdent la même capacité de pénétration des écrans que le faisceau primaire. Pour les rayons X produits à une tension inférieure à 500 kV, la valeur de K peut être déterminée selon la formule:

$$K = \frac{400\ Pd^2\ D^2}{a\ WTF} \quad \text{.....(3)}$$

où: K = l'exposition par charge d'appareil à 1 mètre, exprimée en R/mA-min à 1 m;

P = le taux d'exposition maximale admissible exprimée en R/semaine. Pour les zones contrôlées, P = 0,01 R/semaine. Pour les zones non surveillées, P = 0,01 R/semaine;

d = la distance en mètres de la cible au diffuseur;

D = la distance en mètres du diffuseur à l'écran de protection secondaire;

a = le rapport entre l'exposition aux rayons diffusés et aux rayons incidents (énumérés au Tableau 8);

W = le volume de travail en mA-min/semaine;

T = le coefficient d'occupation;

F = la superficie du champ en cm^2.

Ayant calculé K d'après la formule (3), les courbes des Figures 1 et 2 servent à déterminer l'épaisseur de plomb ou de béton nécessaire, de la même manière que pour l'écran de protection primaire.

Si l'épaisseur de l'écran de protection contre le rayonnement de fuite et celle de l'écran de protection contre le rayonnement diffusé diffèrent par au moins une couche de déci-atténuation, le plus épais des deux écrans suffit. S'ils diffèrent par moins d'une couche de déci-atténuation, ajouter une couche de demi-atténuation au plus épais des deux afin d'atteindre l'épaisseur totale nécessaire à un écran de protection secondaire.

Tableau 8: Rapport de l'exposition au rayonnement diffus à l'exposition au rayonnement incident

Tension d'alimentation du tube radiogène kVp	Angles de diffusion (calculés sur l'axe central du faisceau)					
	30°	45°	60°	90°	120°	135°
50	0,0005	0,0002	0,00025	0,00035	0,0008	0,0010
70	0,00065	0,00035	0,00035	0,0005	0,0010	0,0013
85	0,0012	0,0007	0,0007	0,0009	0,0015	0,0017
100	0,0015	0,0012	0,0012	0,0013	0,0020	0,0022
125	0,0018	0,0015	0,0015	0,0015	0,0023	0,0025
150	0,0020	0,0016	0,0016	0,0016	0,0024	0,0026
200	0,0024	0,0020	0,0019	0,0019	0,0027	0,0028
250	0,0025	0,0021	0,0019	0,0019	0,0027	0,0028
300	0,0026	0,0022	0,0020	0,0019	0,0026	0,0028

ANNEXE III

A. Règlement sur les dispositifs émettant des radiations pour l'équipement de radiographie photofluorographique

Les règlements sur des dispositifs émettant des radiations établissent des normes de conception, de construction et de fonctionnement d'équipement de radiographie photofluorographique. Ces règlements ont été adoptés par le Gouverneur en Conseil le 3 novembre 1977 et publiés dans la Gazette du Canada, Partie II, le 23 novembre 1977. Ils définissent l'équipement de radiographie photofluorographique comme:

> «dispositif de radiographie conçu principalement pour l'examen du thorax, et l'image projetée sur un écran fluorescent est reproduite photographiquement en dimensions réduites.»

Les exigences spécifiques des Règlements sont reproduites ci-dessous.

«PARTIE VI»

Équipement de radiographie photofluorographique

Définitions

1. Dans cette partie,

«atténuation» désigne une diminution de l'intensité de rayonnement causée par l'absorption et la dispersion dans un milieu; (*attenuation*)

«coefficient de variation» désigne le rapport entre l'écart normal et la valeur moyenne d'une série de mesures d'exposition, calculé selon l'équation suivante: (*coefficient of variation*)

$$C = \frac{S}{\overline{X}} = \frac{1}{\overline{X}} \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \overline{X})^2}{n-1} \right]^{1/2}$$

où: C = coefficient de variation
$\underline{X_i}$ = mesure de la $i^{ème}$ exposition
X = valeur moyenne des mesures d'exposition
n = nombre de mesures d'exposition

«collimateur» désigne un dispositif ou un mécanisme qui limite la forme et la dimension du faisceau utile; (*collimator*)
«faisceau utile» désigne le rayonnement passant par l'ouverture, le cône ou le collimateur du logement d'un tube générateur de rayons X;
«filtre» désigne un objet placé dans le faisceau utile pour absorber de façon préférentielle les rayonnements de faible énergie;
«rayonnement de fuite» désigne tout rayonnement, à l'exception du faisceau utile, émanant de l'intérieur du logement d'un tube à rayons X sous tension;
«tache focale» désigne la section où l'anode d'un tube à rayons X intercepte le faisceau d'électrons;
«tache focale efficace» désigne la projection de la tache focale sur le plan qui est perpendiculaire à l'axe du faisceau de rayons X et qui passe à travers le centre de la tache focale.

Normes de conception

2. L'équipement de radiographie photofluorographique doit être conçu de telle façon que les commandes, compteurs, signaux lumineux ou autres indicateurs soient facilement reconnaissables et que leurs fonctions soient visiblement indiquées.

3. L'équipement de radiographie photofluorographique doit être conçu de façon à comporter les dispositifs de sécurité suivants:
   (a) sur le tableau de commande, le symbole de mise en garde contre le rayonnement, visé à l'article 6;
   (b) un signe de mise en garde
      (i) bien visible et facilement reconnaissable par l'opérateur,
      (ii) fixé en permanence au tableau de commande des rayons X,
      (iii) indiquant l'émission éventuelle de rayonnements dangereux en cas de fonctionnement de l'appareil, et

(iv) interdisant tout usage non autorisé;

(c) des compteurs électriques ou autres indicateurs

(i) bien visibles par l'opérateur,

(ii) fixés en permanence au tableau de commande des rayons X, et

(iii) indiquant

(A) le kilovoltage préréglé de fonctionnement de l'équipement lorsqu'il est utilisé selon le mode de photochronométrage,

(B) le kilovoltage préréglé de fonctionnement et le milliampérage de l'équipement lorsqu'il n'est pas utilisé selon le mode de photochronométrage, et

(C) pour l'équipement qui fonctionne à pile, l'état de charge de la pile

(d) sur le tableau de commande, des signaux sonores ou visuels distincts

(i) facilement reconnaissables par l'opérateur, et

(ii) indiquant que l'appareil à rayons X est alimenté et que les rayons X sont émis;

(e) lorsqu'un seul tableau de commande contrôle plusieurs tubes à rayons X, un dispositif doit rendre impossible l'utilisation de plus d'un tube à la fois et il doit exister

(i) pour chaque logement du tube à rayons X, un indicateur visible montrant quand le tube est en circuit et prêt à être utilisé,

(ii) au tableau de commande, un indicateur visible indiquant quel tube est en circuit et prêt à être utilisé, et

(iii) des indicateurs visibles de la position normale de l'opérateur fournissant les renseignements qu'exige le sous-alinéa (c)(iii);

(f) au tableau de commande, un commutateur d'exposition sur lequel l'opérateur doit presser constamment pour fermer le circuit;

(g) une minuterie telle que,

(i) lorsque la production de rayons X s'arrête automatiquement après une durée prédéterminée,

(A) la durée prédéterminée soit clairement indiquée,

(B) l'exposition ne puisse commencer lorsque la minuterie est réglée à zéro ou à la position d'arrêt, et

(C) le temps minimal d'exposition ne dépasse pas 1/60^{e} de seconde,

(ii) lorsque la production de rayons X se termine automatiquement après que l'exposition intégrée aux rayonnements a été mesurée grâce à une cellule photoélectrique ou à un dispositif semblable placé derrière l'écran fluorescent, le circuit électrique de la minuterie soit muni des dispositifs suivants:

(A) un signal sonore ou visuel indiquant clairement à l'opérateur que la photominuterie n'a pas mis fin à l'exposition, et

(B) une minuterie de secours ou de sécurité, réglée à un maximum de 1 seconde pour mettre fin à l'exposition en cas de défectuosité de la photominuterie,

(iii) lorsque la production de rayons X s'arrête automatiquement après un intervalle prédéterminé en milliampères-seconde, l'intervalle minimum en milliampères-seconde ne dépasse pas 1 milliampères-seconde;

(h) un collimateur qui empêche l'appareil de fonctionner si les dimensions du faisceau utile sur le plan de l'écran fluorescent s'étendent au-delà de la portion utile de cet écran, et

(i) lorsque l'appareil de radiographie photofluorographique est conçu pour un récepteur d'image de taille variable et une distance variable entre la cible et l'écran fluorescent,

(A) le collimateur doit être ajustable et fournir un faisceau rectangulaire,

(B) l'alignement du centre du faisceau utile sur le centre de l'écran fluorescent doit être à moins de deux pour cent de la distance séparant la cible de l'écran fluorescent,

(C) un bouclier (fournissant une atténuation équivalant à 0,25 millimètre de plomb pour un faisceau de rayons X maximal de 100 kilovolts (crête) ayant une couche de demi-absorption de 2,7 millimètres d'aluminium) monté sur un support rattaché à la partie inférieure du cadre de l'écran fluorescent doit pouvoir être déplacé par pivotement de manière à protéger la région gonadique du sujet contre le faisceau utile,

(D) des moyens doivent assurer que l'axe du faisceau de rayons X reste perpendiculaire au plan de l'écran fluorescent, et

(E) le collimateur doit comporter un dispositif à rayons lumineux

(I) pour définir visuellement la limite du faisceau utile, et

(II) pour éviter, lorsque le mauvais alignement du champ défini visuellement avec le champ de radiographie, soit sur la longueur soit sur la largeur du champ de rayons X, que ce mauvais alignement dépasse deux pour cent de la distance séparant la cible de l'écran fluorescent,

(ii) pour un récepteur d'image de taille constante et une distance fixe entre la cible et l'écran fluorescent

(A) il doit y avoir un bouclier recourbé ou un tablier monté sur un rapport semblable à celui que décrit la disposition 3(h)(i)(C) et conçu pour protéger la région gonadique du sujet contre le faisceau utile,

(B) l'alignement du centre du faisceau utile, sur le centre de l'écran fluorescent doit être à moins de deux pour cent de la distance séparant la cible de l'écran fluorescent,

(C) des moyens doivent assurer que l'axe du faisceau de rayons X reste perpendiculaire au plan de l'écran fluorescent;

(i) un filtre

(i) solidement installé dans le chemin du faisceau utile, et

(ii) qui assure une atténuation, y compris la filtration inhérente, au moins équivalente à celle qu'offre une plaque d'aluminium de 2,5 millimètres à 100 kilovolts (crête);

(j) une marque bien visible, sur le logement du tube à rayons X, indiquant à 2 millimètres près, sur le logement du tube où s'effectue la projection, perpendiculairement à l'axe du faisceau, la position de la tache focale sur la cible;

(k) une tache focale efficace ne dépassant pas 1,5 millimètre carré pour les unités conçues pour fonctionner à des tensions d'au plus 150 kilovolts (crête);

(l) une serrure sur le tableau de commande de l'appareil à rayons X, d'un type tel qu'il soit nécessaire d'y insérer une clé avant que des rayons X puissent être produits, et que l'enlèvement de la clé mette fin à la production de rayons X;

(m) un dispositif ou autre moyen

(i) empêchant l'appareil de fonctionner si la distance entre la cible et l'écran fluorescent est inférieure à 100 centimètres, et

(ii) indiquant clairement, à deux pour cent près, la distance entre la cible et l'écran fluorescent;

(n) un dispositif permettant, sur chaque film, l'inscription automatique des données relatives au sujet;

(o) un dispositif de blocage sur le mécanisme contenant le film pour empêcher

(i) que l'inscription de plusieurs expositions de films puisse se faire sans nouvelle mise au point, et

(ii) que le même film soit exposé plus d'une fois;

(p) un dispositif empêchant l'utilisation de films de dimensions inférieures à 70 millimètres × 70 millimètres; et

(q) sur ou près de la prise de courant, un énoncé du courant maximal nécessaire et, pour les appareils à pile, un énoncé de la fréquence de recharge.

Normes de construction

4. (1) L'équipement de radiographie photofluorographique doit être construit de telle façon que

(a) le tube à rayons X soit bien fixé et correctement aligné dans le logement du tube;

(b) la tête du tube à rayons X conserve sa position d'exposition sans déviation, basculement ou vibration pendant le fonctionnement;

(c) dans des conditions normales d'utilisation, il fonctionne conformément aux normes décrites à l'article 5, aussi longtemps que l'appareil à rayons X comporte ses pièces originales ou des pièces de rechange recommandées par le fabricant;

(d) si des dispositions sont prévues pour l'insertion d'une grille, un support contenant une étiquette soit prévu pour indiquer les caractéristiques de la grille employée;

(e) les miroirs, lentilles ou autres éléments optiques à l'intérieur de l'abat-jour de la caméra soient attachés de façon sûre afin qu'aucun alignement optique défectueux ne puisse se produire en cours d'utilisation normale;

(f) l'abat-jour de la caméra renfermant tout le système optique ne laisse passer de lumière pouvant voiler le film;

(g) toute substance entre le côté film de l'écran fluorescent et la première pièce optique ne réduise pas l'intensité lumineuse ou ne modifie le spectre de la lumière provenant de l'écran fluorescent;

(h) le panneau frontal de l'abat-jour de la caméra, situé entre le sujet et l'écran fluorescent, ait moins de 0,5 millimètre d'équivalence en aluminium, mesuré avec un faisceau de rayons X maximal de 100 kilovolts (crête) et ayant une couche de demi-absorption de 2,7 millimètres d'aluminium;

(i) une étiquette remplaçable sur l'abat-jour de la caméra, et nettement visible par l'opérateur, indique la date d'insertion de l'écran fluorescent et le type de cet écran; et

(j) lorsque le programme recommandé d'entretien de l'appareil est suivi, celui-ci fonctionne selon l'article 5 pendant toute la durée normale de l'appareil.

(2) L'équipement de radiographie photofluorographique doit porter, sur le logement du tube à rayons X et sur le tableau de commande, une marque ou étiquette permanente

(a) clairement visible; et

(b) portant, relativement à l'appareil à rayons X et au tube à rayons X, le nom du fabricant, le numéro du modèle, le numéro de série ainsi que la date et le lieu de fabrication.

Normes de fonctionement

5. L'équipement de radiographie photofluorographique complètement monté et prêt à l'usage doit fonctionner, dans des conditions normales, de la façon suivante:

(a) il ne peut pas être préréglé à moins de 70 kilovolts (crête);

(b) le kilovoltage préfixé du tube à rayons X doit être maintenu ou ajusté à 3 kilovolts près de sa valeur nominale lorsque la tension du secteur varie de plus ou moins 10 pour cent de cette valeur;

(c) pour toute combinaison de kilovoltage, courant et temps, le coefficient de variation de l'une des 10 expositions au rayonnement consécutives prises à la même distance, en une période de 1 heure, ne peut dépasser 0,05;

(d) l'exposition primaire d'une feuille de cuivre pur à 99,9 pour cent mesurant 45 centimètres × 45 centimètres × 1,41 millimètre, placée sur le panneau frontal et les expositions photominutées prises à 85 kilovolts (crête) ne peuvent dépasser 50 milliröntgens par exposition pour

l'obtention au centre du film d'une intensité optique dépassant de 0,5 au moins la pure nébulosité;

(e) à n'importe quel kilovoltage fixé, les rapports moyens d'exposition en milliröntgens et de milliampères-secondes, obtenus pour deux réglages consécutifs quelconques du courant du tube, ne peuvent dépasser 0,10 fois leur somme, c'est-à-dire,

*

$$|\overline{X}_1 - \overline{X}_2| \leq 0{,}10\,(\overline{X}_1 + \overline{X}_2),$$

où $\overline{X}_1$ et $\overline{X}_2$ représentent les valeurs moyennes en milliröntgens par milliampère-seconde obtenues pour chacun des deux réglages consécutifs du courant du tube;

(f) le rayonnement de fuite du tube à rayons X, lorsque l'appareil fonctionne à n'importe quel kilovoltage et n'importe quel courant se trouvant dans les limites nominales du tube à rayons X, doit être tel que le taux moyen d'exposition aux rayons X, de tout objet ayant 100 centimètres carrés de section et centré à 1 mètre de la tache focale du tube à rayons X ne dépasse pas 100 milliröntgens par heure; et

(g) l'émission de rayonnements ionisants par tout élément autre que le tube à rayons X, lorsque l'appareil fonctionne à n'importe quel kilovoltage et n'importe quel courant se trouvant dans les limites nominales du tube à rayons X, doit être telle que le taux moyen d'exposition aux rayons X de tout objet ayant 10 centimètres carrés de section et centré à 5 centimètres de toute surface accessible de l'équipement ne dépasse pas 2,5 milliröntgens par heure.

Symbole de mise en garde

6. Le symbole de mise en garde contre le rayonnement visé à l'article 3 de cette partie est un symbole

(a) de deux couleurs contrastantes;

(b) bien visible et reconnaissable à une distance de 1 mètre;

(c) dont les dimensions extérieures ont au moins 2 centimètres;

(d) portant la mention «CAUTION X-RAYS», et «ATTENTION RAYONS X»; et

(e) conçu selon le modèle ci-après:

* C.P. 1979-593, 1 mars 1979

B. Règlements sur les dispositifs émettant des radiations pour l'équipement à rayons X pour usage diagnostique

Les règlements sur les dispositifs émettant des radiations établissant des normes de conception, de construction et de fonctionnement pour l'équipement à rayons X pour usage diagnostique ont été adoptés par le Gouverneur en Conseil et publiés dans la Gazette du Canada, Partie II. Ces règlements définissent l'équipement à rayons X pour usage diagnostique comme

> «appareils à rayons X conçus principalement pour l'examen de l'homme, à l'exclusion du matériel dentaire à rayons X, de l'équipement de radiographie pulmonaire photofluorographique, des simulateurs de radiothérapie et de l'équipement tomographique assisté de l'ordinateur.»

Les exigences spécifiques des règlements sont reproduites ci-dessous.

«PARTIE XII»

Équipement à rayons X pour usage diagnostique

Définitions

1. Dans la présente partie,

«appareil radiographique à rayons X pour usage général» désigne tout appareil radiographique à rayons X qui n'a pas été conçu pour les examens radiographiques des régions anatomiques particulières;

«atténuation» désigne la diminution de l'intensité de rayonnement causée par l'absorption et la diffusion dans un milieu;

«champ des rayons X» désigne la zone de l'intersection du faisceau utile avec le plan du récepteur d'image et tout autre ensemble de plans qui lui sont parallèles et dont le périmètre est le lieu des points où le taux d'exposition correspond au quart du maximum à l'intersection;

«champ lumineux» désigne la zone lumineuse dans le plan du récepteur d'image dont le contour est directement délimité par le dispositif de limitation du faisceau et dont le périmètre est le lieu des points où l'illumination correspond au quart du maximum dans le plan du récepteur d'image;

«coefficient de variation» désigne le rapport entre l'écart type et la valeur moyenne d'une série de mesures, calculé selon l'équation suivante:

$$C = \frac{S}{\overline{X}} = \frac{1}{\overline{X}} \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \overline{X})^2}{n-1} \right]^{1/2}$$

où X_i = i^e mesure
$\overline{X}$ = valeur moyenne des mesures
S = écart type estimé
n = nombre de mesures
c = coefficient de variation;

«contrôle d'exposition automatique» désigne un dispositif qui contrôle automatiquement un ou plusieurs paramètres d'exposition pour obtenir une quantité requise de rayonnements;

«couche de demi-atténuation» ou «CDA» désigne l'épaisseur du matériel spécifique qui atténue le faisceau de rayonnement à un point tel que le taux d'exposition est réduit de la moitié de sa valeur originale;

«dispositif de limitation du faisceau» désigne un dispositif qui restreint les dimensions du faisceau utile;

«équipement d'émission par effet de champ» désigne l'équipement qui comprend un tube à rayons X dans lequel l'émission d'électrons de la cathode est due seulement à l'action d'un champ électrique;

«équipement mobile» désigne l'équipement transportable conçu pour être déplacé d'un endroit à un autre, entre les périodes d'utilisation, sur ses propres roulettes ou sur des appuis semblables;

«équipement stationnaire» désigne l'équipement qui est installé en permanence dans un endroit;

«équivalence en aluminium» désigne, pour un matériel placé dans des conditions spécifiques, l'épaisseur de l'aluminium (alliage de type 1100 de l'Association de l'aluminium) qui, dans ces conditions, permet la même atténuation que ce matériel;

«équivalence en plomb» désigne, pour un matériel placé dans des conditions spécifiques, l'épaisseur du plomb qui, dans ces conditions, permet la même atténuation que ce matériel;

«faisceau utile» désigne le rayonnement X passant à travers l'orifice de la gaine du tube et l'ouverture du dispositif de limitation du faisceau lorsque l'interrupteur ou la minuterie d'exposition sont enclenchés;

«filtre» désigne l'objet placé dans le faisceau utile pour atténuer de façon préférentielle certaines parties du spectre des rayons X;

«paramètres d'exposition» désigne les conditions de fonctionnement des appareils à rayons X pour usage diagnostique et comprend la tension de crête du tube en kilovolts, le courant du tube en milliampères, le temps d'exposition en secondes, l'exposition en milliröntgens ou des combinaisons de ces mesures;

«rayonnement de fuite» désigne tout rayonnement

(a) autre que le faisceau utile, émanant de l'intérieur du système radiogène lorsque l'interrupteur ou la minuterie d'exposition sont enclenchés, ou

(b) produit lorsque l'interrupteur ou la minuterie d'exposition ne sont pas enclenchés;

«récepteur d'image» désigne un dispositif qui convertit les rayons X incidents en une image visible ou dans une forme pouvant devenir une image visible par de plus amples transformations;

«système d'imagerie fluoroscopique» désigne l'assemblage des éléments du dispositif dans lequel les photons de rayons X produisent une image fluoroscopique et comprend, selon le cas, le récepteur d'image, l'amplificateur de luminance, les boîtiers de l'équipement, les enclenchements et le blindage;

«système radiogène» désigne l'ensemble d'un tube radiogène avec sa gaine;

«tableau de commande» désigne les parties du générateur de rayons X ayant des interrupteurs, des boutons-poussoirs ou d'autres commandes nécessaires au réglage des paramètres d'exposition.

Normes de conception et de fabrication

Exigences générales

2. Chaque appareil à rayons X pour usage diagnostique doit être conçu et fabriqué de façon que, lorsqu'il est installé et entretenu conformément aux instructions visées à l'alinéa 3(a), il fonctionne conformément à l'article 19 tant qu'il est constitué de ses pièces originales ou des pièces de rechange recommandées par le fabricant.

3. Chaque appareil à rayons X pour usage diagnostique doit être accompagné

(a) d'instructions sur l'installation et l'entretien fournies par le fabricant, qui, si elles sont suivies par des personnes formées et expérimentées, rendent l'appareil conforme aux exigences du présent règlement; et

(b) des renseignements écrits suivants, fournis par le fabricant, quant à l'appareil à rayons X:

(i) les puissances maximales nécessaires ou le courant maximal;

(ii) la dimension nominale de la tache focale de la cible du tube à rayons X et la méthode qui a servi à la déterminer;

(iii) les instructions nécessaires à l'assemblage et à l'installation, y compris la spécification de la tension et de l'impédance nécessaire du secteur d'alimentation; et

(iv) l'état de charge minimal nécessaire au fonctionnement si l'appareil fonctionne à pile.

4. Chaque appareil à rayons X pour usage diagnostique doit porter

(a) sur la surface externe du principal tableau de commande des rayons X

(i) une inscription de mise en garde

(A) qui comprend un énoncé interdisant l'utilisation de l'appareil sans autorisation, et

(B) qui indique qu'il y a émission de rayonnements dangereux lorsqu'il fonctionne;

(ii) le symbole de mise en garde contre les rayons X décrit à l'article 20;

(iii) une marque ou une étiquette permanente facilement reconnaissable et clairement visible qui indique, quant à la combinaison du contrôle des rayons X et du générateur des rayons X,

(A) le nom du fabricant,

(B) la désignation du modèle,

(C) le numéro de série,

(D) la date de fabrication, et

(E) le pays de fabrication;

(b) sur la surface externe de la gaine du tube à rayons X, une marque ou une étiquette facilement reconnaissable et clairement visible qui indique,

(i) quant au tube à rayons X,

(A) le nom du fabricant,

(B) la désignation du modèle,

(C) le numéro de série,

(D) la date d'installation du tube dans sa gaine et

(E) le pays de fabrication; et

(ii) quant au système radiogène, la filtration permanente minimale dans le faisceau utile émis par le système, exprimée en millimètres d'équivalence en aluminium à une tension de crête spécifiée du tube;

(c) sur la surface externe de la gaine du tube à rayons X,

(i) une ou plusieurs marques permanentes qui définissent ou indiquent à ± 4 millimètres

(A) l'emplacement de la tache focale, dans le cas de tube à rayons X à un seul foyer, et

(B) l'emplacement du point à mi-chemin entre les centres des deux taches focales, dans le cas des tubes à rayons X à double foyer, et

(ii) des marques ou des étiquettes permanentes qui indiquent clairement les bornes de l'anode et de la cathode; et

(d) sur la surface externe de n'importe quel dispositif de limitation du faisceau qui filtre davantage le faisceau utile, une marque ou une étiquette permanente signalant, quant à ce dispositif, la filtration permanente totale, exprimée en millimètres d'équivalence en aluminium à une tension de crête spécifiée du tube.

5. (1) Chaque appareil à rayons X pour usage diagnostique doit être conçu et fabriqué de façon

(a) que toutes les marques, étiquettes et inscriptions exigées par le présent règlement soient bien fixées à l'appareil et bien visibles;

(b) que toutes les commandes, tous les compteurs, signaux lumineux ou autres indicateurs requis par le présent règlement soient facilement reconnaissables et aient leurs fonctions clairement étiquetées ou marquées;

(c) que le tube à rayons X soit fixé solidement et aligné correctement à l'intérieur de la gaine;

(d) que la gaine du tube à rayons X maintienne la position ou le mouvement d'exposition requis sans dévier ou vibrer excessivement pendant le fonctionnement;

(e) que lorsqu'un seul tableau de commande contrôle plusieurs tubes à rayons X, sauf dans le cas d'un appareil conçu spécifiquement pour les techniques à deux tubes,

(i) il soit impossible d'utiliser plus d'un tube à la fois, et

(ii) il y ait

(A) une indication placée sur chaque gaine ou près de chaque gaine, bien à la vue de l'opérateur, signalant quand le tube à rayons X est en circuit et prêt à être utilisé, et

(B) sur le tableau de commande, une indication visible indiquant quel tube à rayons X est en circuit et prêt à être utilisé.

(2) Chaque appareil à rayons X pour usage diagnostique doit être conçu et fabriqué de façon à comprendre

(a) un moyen de compenser les variations de tension du tube à rayons X qui sont causées par les fluctuations de la tension du secteur, afin qu'il soit conforme à la norme de fonctionnement prévue au sous-alinéa 19(b)(ii);

(b) soit

(i) un signal visible ou sonore qui avertit l'opérateur, ou

(ii) un dispositif qui empêche l'émission de rayons X lorsque la variation de la tension du secteur dépasse les limites prescrites au sous-alinéa 19(b)(ii);

(c) un tableau de commande doté des mécanismes de sécurité suivants:

(i) des signaux lumineux de mise en garde séparés et bien à la vue de l'opérateur, qui indiquent respectivement

(A) quand le tableau de commande est prêt à être utilisé et l'appareil prêt à émettre des rayons X, et

(B) quand les rayons X sont émis,

(ii) lorsque l'appareil a des paramètres d'exposition réglables, des compteurs électriques ou d'autres indicateurs qui permettent de déterminer, avant le début de l'irradiation, les paramètres suivants ou toute combinaison de ces paramètres:

(A) la tension de fonctionnement du tube, en kilovolts,

(B) le courant du tube, en milliampères,

(C) le temps d'irradiation, en secondes,

(iii) lorsque l'appareil a des paramètres d'exposition non réglables, des marques ou des étiquettes fixées en permanence, ou des compteurs électriques ou d'autres indicateurs qui permettent, à des distances précises entre le récepteur d'image et la cible, de déterminer les paramètres suivants ou toute combinaison de ces paramètres avant le début de l'irradiation, c'est-à-dire

(A) la tension de fonctionnement du tube, en kilovolts,

(B) le courant du tube, en milliampères,

(C) le temps d'irradiation, en secondes, et

(iv) lorsque l'appareil fonctionne à pile, un signal visuel qui indique si la pile est suffisamment chargée pour assurer le bon fonctionnement de l'appareil;

(d) un interrupteur d'exposition, une minuterie ou un autre mécanisme pour commencer et arrêter les irradiations;

(e) un signal sonore pour indiquer la fin d'une irradiation;

(f) des filtres de rayonnements

(i) qui sont fixés en permanence à l'orifice de sortie de la gaine du tube à rayons X, ou du dispositif de limitation du faisceau, ou des deux, et

(ii) qui, pour une tension donnée du tube à rayons X, fournissent une couche de demi-atténuation du faisceau utile au moins égale aux valeurs données ou obtenues par interpolation ou extrapolation linéaires du tableau à cette section;

(g) des interrupteurs d'enclenchement de filtres qui se ferment à clé ou d'autres moyens sûrs d'assurer que la filtration supplémentaire nécessaire est en place dans un système radiogène qui

(i) a une filtration inhérente permanente de 0,5 millimètre ou moins d'équivalence en aluminium, et

(ii) est conçu pour fonctionner avec une filtration supplémentaire; et

(h) lorsque l'appareil est conçu pour fonctionner par télécommande, autour ou en travers du sujet, un interrupteur d'arrêt d'urgence permettant de mettre immédiatement fin au mouvement de l'appareil et à l'émission des rayons X.

Tableau

Limites d'opération de fabrication (en kilovolts et à la crête)	Tension mesurée (en kilovolts et à la crête)	Couche de demi-atténuation (millimètres d'aluminium)
Moins de 50	30	0,3
	40	0,4
	49	0,5
De 50 à 70	50	1,2
	60	1,3
	70	1,5
Plus de 70	71	2,1
	80	2,3
	90	2,5
	100	2,7
	110	3,0
	120	3,2
	130	3,5
	140	3,8
	150	4,1

6. (1) Un interrupteur d'exposition fourni avec un appareil à rayons X pour usage diagnostique doit
   (a) être conçu de façon à ce que l'opérateur doive y exercer une pression continue pour qu'il y ait émission de rayons X;
   (b) être conçu de façon à empêcher une exposition non désirée, s'il s'agit d'un interrupteur à pédale pouvant être renversé accidentellement;
   (c) être situé pour en empêcher l'enclenchement facile en dehors d'une région blindée, sauf dans le cas d'un interrupteur d'exposition utilisé conjointement avec de l'équipement mobile, avec sériographes, en fluoroscopie ou en procédure spéciale; et
   (d) être muni d'un câble d'au moins 3 mètres de longueur lorsqu'il fait partie d'un appareil mobile.

(2) Une minuterie radiographique fournie avec un appareil à rayons X pour usage diagnostique doit être conçue de façon
  (a) à pouvoir mettre fin à une irradiation après
    (i) une durée prédéterminée, ou
    (ii) le produit prédéterminé du courant et temps, (mAs), ou
    (iii) un nombre prédéterminé d'impulsions;
  (b) à permettre à l'opérateur de terminer l'irradiation à n'importe quel moment;
  (c) à revenir automatiquement à sa position originale ou à zéro à la fin de l'irradiation; et
  (d) à empêcher le début de l'irradiation, lorsqu'elle est réglée à zéro ou se trouve en position d'arrêt.

(3) Les diaphragmes permanents, cônes ou autres dispositifs de limitation du faisceau fournis avec un appareil à rayons X pour usage diagnostique et autorisés par le présent règlement doivent, pour collimater le faisceau utile, offrir le même degré de blindage que celui qu'on exige du système radiogène.

Appareils radiographiques

7. Chaque appareil radiographique muni d'un contrôle d'exposition automatique doit
  (a) être conçu de sorte que le tableau de commande fournisse une indication claire du moment où le mode d'opération du contrôle d'exposition automatique a été choisi;
  (b) lorsque la tension de fonctionnement du tube à rayons X est de 50 kilovolts (crête) ou plus, être conçu et doté d'une capacité minimale de temps d'exposition qui,
    (i) dans le cas d'un appareil d'émission par effet de champ classé pour l'opération à impulsions, est égale ou inférieure à la durée de deux impulsions, ou,
    (ii) dans le cas de tous les autres appareils, est égale ou inférieure à 1/60e de seconde ou l'intervalle de temps requis pour fournir 5 milliampères-seconde, suivant celui qui est le plus grand;
  (c) être muni d'un dispositif permettant,
    (i) lorsque la tension du tube à rayons X est inférieure à 50 kilovolts (crête), que le produit du courant du tube à rayons X et du temps d'exposition ne dépasse pas 2000 milliampères-seconde par exposition, ou
    (ii) lorsque la tension du tube à rayons X est de 50 kilovolts (crête) ou plus, que le produit

(A) du courant du tube à rayons X et du temps d'exposition ne dépasse pas 600 milliampères-seconde, ou

(B) de la tension de crête du tube à rayons X, du courant et du temps d'exposition ne dépasse pas 60 kilowatts-seconde par exposition;

(d) être muni d'une minuterie de secours ayant un réglage maximal

(i) de 10,0 secondes, dans le cas d'un appareil tomographique, et

(ii) de 3,0 secondes, dans le cas de tout autre appareil; et

(e) être conçu de façon

(i) à comprendre, sur le tableau de commande, un indicateur lumineux visible avertissant l'opérateur, et

(ii) à nécessiter un nouveau réglage manuel de l'appareil avant une autre exposition minutée automatiquement,

lorsqu'une exposition minutée automatiquement prend fin parce que les limites spécifiées aux alinéas (c) ou (d) ont été atteintes.

8. (1) Chaque appareil radiographique à rayons X pour usage général stationnaire doit être conçu et fabriqué de façon à comprendre

(a) un dispositif de limitation du faisceau de rayons X satisfaisant aux exigences des paragraphes (2) et (3);

(b) un localisateur lumineux délimitant visuellement le contour du faisceau de rayons X qui, à une distance de 100 centimètres ou à la distance maximale entre la cible et le récepteur d'image, suivant celle qui est la plus faible, donne une illumination moyenne d'au moins 100 lux;

(c) un diaphragme à faisceau lumineux ajustable ou un autre mécanisme qui, lorsque l'axe du faisceau de rayons X est perpendiculaire au plan du récepteur d'image, délimite visuellement le contour du champ des rayons X conformément aux exigences suivantes:

(i) le mauvais alignement du champ de rayons X délimité visuellement par rapport à la longueur ou à la largeur du champ des rayons X, ne doit pas être supérieur à 2 pour cent de la distance entre la cible et le récepteur d'image, et

(ii) les dimensions du champ des rayons X dans le plan du récepteur d'image doivent être indiquées à des distances choisies et doivent atteindre une

précision d'au moins 2 pour cent de la distance entre la cible et le récepteur d'image;

(d) un mécanisme qui indique quand l'axe du faisceau de rayons X utile est perpendiculaire au plan du récepteur d'image; et

(e) un mécanisme qui permet l'alignement des centres du champ des rayons X et du récepteur d'image avec un écart maximal de 2 pour cent de la distance entre la cible et le récepteur d'image.

(2) Le dispositif de limitation du faisceau de rayons X visé à l'alinéa (1)(a) doit

(a) permettre un ajustement continu des dimensions du champ des rayons X et un champ d'une dimension minimale qui ne dépasse pas 5 centimètres sur 5 centimètres à une distance de 100 centimètres entre la cible et le récepteur d'image;

(b) avec l'axe central du faisceau utile de rayons X étant perpendiculaire au plan du récepteur d'image et le récepteur d'image étant inséré dans le contenant à cassette ou dans le support de cassette vertical monté en permanence,

(i) ajuster automatiquement, dans les 5 secondes qui suivent l'insertion du récepteur d'image, le champ des rayons X dans le plan du récepteur d'image par rapport

(A) aux dimensions du récepteur d'image, ou

(B) aux dimensions d'une partie du récepteur d'image choisie à l'avance si des dispositifs permettent de faire un tel choix, ou

(ii) empêcher l'émission de rayons X jusqu'à ce que le dispositif de limitation du faisceau soit ajusté manuellement, de sorte que les dimensions du faisceau utile dans le plan du récepteur d'image ne soient pas supérieures à celles du récepteur d'image,

avec suffisamment de précision pour que le champ des rayons X n'excède pas, ni en largeur ni en longueur, le récepteur d'image ou la partie du récepteur d'image choisie à l'avance, selon le cas, à plus de 3 pour cent de la distance entre la cible et le récepteur d'image, et que la somme de la largeur et de la longueur du champ des rayons X n'excède pas la somme de la largeur et de la longueur du récepteur d'image ou de la partie du récepteur d'image choisie à l'avance, selon le cas, de plus de 4 pour cent;

(c) être doté d'un mécanisme qui permet à l'opérateur d'ajuster les dimensions du champ de rayons X sur le récepteur d'image, pour qu'elles soient inférieures à celles du récepteur d'image.

(3) Lorsqu'un appareil radiographique stationnaire pour usage général, doté d'un dispositif de limitation positive du faisceau visé au paragraphe (2), est muni d'un mécanisme qui permet à l'opérateur de contourner ou d'annuler la limitation positive du faisceau dans l'éventualité d'une panne du système ou de la nécessité d'effectuer des manoeuvres qui ne peuvent se faire dans le mode de limitation positive du faisceau, ce mécanisme doit

(a) être enclenché par un interrupteur à clé qui empêche le retrait de la clé lorsqu'il y a contournement ou annulation du système de limitation positive du faisceau ou qui ramène automatiquement l'équipement au mode de limitation positive du faisceau, quand on retire la clé;

(b) revenir automatiquement au mode de limitation positive du faisceau chaque fois que le récepteur d'image est changé; et

(c) comprendre un signal lumineux de mise en garde bien visible et facilement reconnaissable qui indique qu'il y a contournement ou annulation du système de limitation positive.

9. Chaque appareil radiographique à rayons X mobile doit être conçu et fabriqué de façon à comprendre

(a) un dispositif de limitation du faisceau de rayons X à ajustement continu des dimensions du champ des rayons X et un champ d'une dimension minimale qui ne dépasse pas 5 centimètres sur 5 centimètres à une distance de 100 centimètres entre la cible et le récepteur d'image;

(b) un localisateur lumineux qui définit visuellement le contour du faisceau de rayons X qui, à une distance de 100 centimètres ou à la distance maximale entre la cible et le récepteur d'image, suivant celle qui est la plus faible, donne une illumination moyenne d'au moins 100 lux; et

(c) un diaphragme à faisceau lumineux ajustable ou un autre mécanisme qui, lorsque l'axe du faisceau de rayons X est perpendiculaire au plan du récepteur d'image, définit visuellement le contour du champ des rayons X conformément aux exigences suivantes:

(i) le mauvais alignement du champ des rayons X défini visuellement par rapport à la longueur ou à la largeur du champ des rayons X ne doit pas être supérieur à 2 pour cent de la distance entre la cible et le récepteur d'image, et

(ii) les dimensions du champ des rayons X dans le plan du récepteur d'image doivent être indiquées à des distances choisies et doivent atteindre une précision d'au moins 2 pour cent de la distance de 100 centimètres entre la cible et le récepteur d'image.

10. Chaque appareil radiographique à rayons X destiné à être utilisé avec un seul format de récepteur d'image et à une distance fixe entre la cible et le récepteur d'image doit être conçu et fabriqué de façon à comprendre un dispositif de limitation du faisceau de rayons X qui garantit

(a) que le centre du champ des rayons X est aligné avec celui du récepteur d'image, avec un écart maximal de 2 pour cent de la distance entre la cible et le récepteur d'image; et

(b) que le champ des rayons X dans le plan du récepteur d'image ne déborde en aucun côté le récepteur d'image.

11. (1) Chaque appareil radiographique à rayons X conçu spécialement pour la mammographie doit être conçu et fabriqué de façon à comprendre

(a) un dispositif de limitation du faisceau de rayons X qui restreint les dimensions du faisceau utile de façon que, à n'importe quelle distance entre la cible et le récepteur d'image spécifiée pour l'appareil, le champ des rayons X dans le plan du récepteur d'image

(i) ne déborde pas le récepteur d'image placé à proximité du thorax du sujet de plus de 2 pour cent de la distance entre la cible et le récepteur d'image, et

(ii) ne déborde pas aucun autre côté du récepteur d'image; et

(b) un dispositif de soutien du récepteur d'image avec suffisamment de blindage pour être conforme à la norme de fonctionnement prescrite par l'alinéa 19(e).

(2) Lorsqu'un appareil radiographique à rayons X conçu spécialement pour la mammographie est muni d'un dispositif de limitation du faisceau à ouverture fixe amovible, ce dispositif doit porter sur sa surface externe une inscription permanente clairement visible indiquant

(a) le format du récepteur d'image; et

(b) la distance entre la cible et le récepteur d'image pour laquelle il a été conçu.

12. Chaque appareil radiographique à rayons X pour usage général muni d'accessoires spéciaux pour la mammographie doit être conçu et fabriqué de façon que, lorsque les accessoires sont utilisés, l'appareil satisfasse aux exigences des alinéas 11(1)(a) et (b) et du paragraphe 11(2).

13. Chaque appareil radiographique à rayons X muni d'un sériographe doit être conçu et fabriqué de façon à comprendre un système de limitation positive du champ entre le tube à rayons X et le sujet de façon que, lorsque l'axe du faisceau à rayons X est perpendiculaire au plan du récepteur d'image,

(a) les dimensions du champ des rayons X dans le plan du film soient automatiquement ajustées à celles de la partie du film qui a été choisie sur le sériographe, sauf si les dimensions du champ sont plus petites que celles de la partie du film qui a été choisie;

(b) si les dimensions initiales du champ des rayons X dans le plan du film sont inférieures ou égales à la partie du film qui a été choisie, la limitation du champ se fasse manuellement; et

(c) le mauvais alignement des bords du champ des rayons X par rapport à la longueur ou à la largeur de la partie du film qui a été choisie sur le sériographe ne soit pas supérieur à 3 pour cent de la distance entre la cible et le récepteur d'image et la somme du mauvais alignement par rapport à l'une ou l'autre des deux dimensions orthogonales ne dépasse pas 4 pour cent de la distance entre la cible et le récepteur d'image.

14. Chaque appareil radiographique à rayons X, autre qu'un appareil visé aux articles 8 à 13, doit être conçu et fabriqué de façon à comprendre un dispositif de limitation du faisceau de rayons X afin que, lorsque l'axe du faisceau utile est perpendiculaire au plan du récepteur d'image,

(a) le centre du champ des rayons X soit aligné avec celui du récepteur d'image avec un écart maximal de 2 pour cent de la distance entre la cible et le récepteur d'image; et

(b) les bords du champ des rayons X n'excèdent pas les bords correspondants du récepteur d'image par plus de 2 pour cent de la distance entre la cible et le récepteur d'image.

Appareils fluoroscopiques

15. Chaque appareil fluoroscopique à rayons X doit être conçu et fabriqué de façon à comprendre

(a) un système d'amplification de luminance qui

(i) renferme une barrière de protection blindée et un blindage assurant

(A) l'interception de la section entière du faisceau utile à l'intérieur de la barrière protectrice, indépendamment de la distance entre la cible et l'image,

(B) l'atténuation suffisante du faisceau utile et du rayonnement diffusé provenant de l'amplificateur de luminance avant qu'ils n'atteignent le fluoroscopiste,

(C) le fonctionnement du tube à rayons X fluoroscopique que si le blindage est en place pour intercepter le faisceau utile, et

(D) l'atténuation suffisante du rayonnement X transmis ou diffusé par la fenêtre d'entrée du système d'imagerie fluoroscopique pour respecter la norme de fonctionnement prescrite à l'alinéa 19(k), et

(ii) sur un appareil mobile, fait partie intégrante de l'équipement ou est enclenché de façon que son retrait empêche l'émission de rayons X;

(b) un blindage d'au moins 0,25 millimètre d'équivalence en plomb à 100 kilovolts (crête), tels des rideaux protecteurs de recouvrement, des panneaux à charnières ou coulissants, ou d'autres moyens de blindage assurant l'interception des rayonnements diffusés qui atteindraient autrement le fluoroscopiste;

(c) lorsqu'il s'agit d'équipement stationnaire, un moyen d'empêcher le tube à rayons X d'émettre des rayons X, à moins qu'il n'y ait un récepteur d'image en place pour intercepter le faisceau de rayons X;

(d) un interrupteur d'exposition servant à contrôler l'émission de rayons X, d'un type qui

(i) nécessite une pression continue de l'opérateur pendant toute la durée de l'exposition, et

(ii) permet, pendant l'enregistrement d'images fluoroscopiques en série, l'arrêt de la série à n'importe quel moment;

(e) un signal sonore qui
    (i) indique la fin de l'utilisation d'une durée préréglée (maximum de 5 minutes), et
    (ii) à chaque fois que l'émission de rayons X excède la durée prédéterminée, continue de sonner jusqu'à ce que la minuterie soit réglée de nouveau;

(f) un système de limitation positive du champ, afin que, lorsque l'axe du faisceau est perpendiculaire au plan du récepteur d'image, le mauvais alignement des bords du champ des rayons X par rapport à la partie visible du récepteur d'image le long de n'importe quelle dimension du champ des rayons X dans le plan du récepteur d'image, ne dépasse pas 3 pour cent de la distance entre la cible et le récepteur d'image, et que la somme de la longueur et de la largeur en excès ne soit pas supérieure à 4 pour cent de la distance entre la cible et le récepteur d'image; pour les champs de rayons X rectangulaires utilisés avec les récepteurs d'image circulaires, l'erreur d'alignement doit être déterminée le long des dimensions de la longueur et de la largeur du champ de rayons X qui passe par le centre de la région visible du récepteur d'image;

(g) des compteurs électriques ou d'autres indicateurs visuels qui fournissent, sur le tableau de commande, une indication continuelle de la tension du tube à rayons X (en kilovolts) et du courant (en milliampères); et

(h) un moyen de limiter la distance de la cible à la peau à pas moins
    (i) de 30 centimètres, dans le cas d'appareils mobiles,
    (ii) de 38 centimètres, dans le cas d'appareils stationnaires, et
    (iii) de 20 centimètres, dans le cas d'un appareil avec amplificateur de luminance conçu pour des manoeuvres spéciales qui seraient impossibles aux distances minimales entre la cible et la peau spécifiées aux sous-alinéas (i) et (ii).

16. Chaque appareil fluoroscopique conçu spécialement pour la cinéfluorographie doit être muni de compteurs électriques ou d'autres indicateurs visuels sur le tableau de commande fournissant une indication continuelle de la tension du tube à rayons X (en kilovolts) et du courant (en milliampères).

17. Lorsqu'un appareil fluoroscopique à rayons X renferme une commande de niveau élevé optionnel, cette dernière doit avoir

(a) un mécanisme spécial de mise en marche;
(b) un contrôle manuel continu dont se sert le fluoroscopiste; et
(c) un signal sonore continu indiquant au fluoroscopiste que la commande de niveau élevé est employée.

Limites relatives aux matériaux entre le sujet et le récepteur d'image

18. (1) Sous réserve des paragraphes (2) et (3), l'équivalence en aluminium de chacun des articles énumérés à la colonne I du tableau du présent article et qui sont utilisés entre le sujet et le récepteur d'image de tout appareil à rayons X pour usage diagnostique, ne doit pas excéder la limite prescrite à la colonne II du tableau, basée sur un faisceau de rayons X ayant une tension de 100 kilovolts (crête) et une couche de demi-atténuation de 2,7 millimètres d'aluminium.

(2) L'équivalence totale en aluminium de tout article, sauf l'écran et ses supports mécaniques associés ou grilles, qui est présent entre le sujet et le récepteur d'image ne doit pas excéder 3,5 millimètres.

(3) Un an après l'entrée en vigueur du présent règlement, l'équivalence totale en aluminium de tout article, sauf l'écran et les grilles, qui est présent entre le sujet et le récepteur d'image ne doit pas excéder 3,5 millimètres.

TABLEAU

Article	Colonne I	Colonne II Équivalence en aluminium (en millimètres)
Panneau(x) frontal(aux) du support de cassette (total)		1,0
Panneau(x) frontal(aux) du changeur de film (total)		1,0
Dessus de table inamovible		1,0
Dessus de table amovible (y compris la partie inférieure fixe)		1,5
Berceau		2,0

Normes de fonctionnement

19. Un appareil à rayons X pour usage diagnostique complètement installé doit pouvoir fonctionner, dans des conditions normales d'utilisation, de sorte

(a) que, pour toute combinaison de tension du tube à rayons X (en kilovolts et à la crête), du courant alimentant le tube (en milliampères), du temps d'exposition (en secondes) d'au moins 0,1 seconde ou pour toute exposition choisie de rayonnement au récepteur d'image (en milliröntgens),

(i) le coefficient de variation des mesures de dix expositions consécutives de rayonnements, prises à la même distance entre la source et le détecteur au cours d'une période d'une heure, ne soit pas supérieur à 0,05, et

(ii) chacune des dix expositions de rayonnements mesurées soit en deçà de 15 pour cent de la valeur moyenne des dix mesures,

lorsque la tension du secteur pour chaque mesure varie de plus ou moins 1 pour cent de la valeur moyenne de toutes les mesures;

(b) que, pour tout préréglage de la tension de crête du tube à rayons X,

(i) la tension de crête réelle corresponde à la valeur choisie à mieux de 5 pour cent, et

(ii) pour une variation de la tension du secteur de plus ou moins 7 pour cent de sa valeur nominale, la tension de crête, avant le début d'une exposition soit maintenue à plus ou moins 5 pour cent de la valeur choisie;

(c) que la minuterie radiographique ou le contrôle d'exposition automatique

(i) puisse être réglé pour contrôler des expositions aussi brèves que 1/60e de seconde ou 5 milliampères-seconde, soit l'intervalle le plus long des deux,

(ii)

soit, à chaque réglage, précis à 1/60e de seconde ou à 7 pour cent près de ce réglage, suivant celui qui est le plus grand, et

(iii) satisfasse, à chaque réglage, aux exigences de reproductibilité prescrites à l'alinéa (a);

(d) que, pour toute tension du tube à rayons X (en kilovolts et à la crête) préréglée, dans les limites de la tension de fonctionnement spécifiée de l'appareil, les rapports moyens de l'exposition (en milliröntgens) au produit du

courant du tube et du temps d'exposition (en milliampères-seconde) obtenus pour deux réglages consécutifs quelconques du courant du tube, ne puissent dépasser 0,10 fois leur somme, c'est-à-dire,

$$|\overline{X}_1 - \overline{X}_2| \leq 0{,}10\,(\overline{X}_1 + \overline{X}_2)$$

où $\overline{X}_1$ et $\overline{X}_2$ représentent les valeurs moyennes en mR/mAs obtenues pour chacun des deux réglages consécutifs du courant du tube;

(e) que la transmission du faisceau de rayons X primaire à travers le dispositif supportant le récepteur d'image mammographique visé à l'alinéa 11(1)(b) résulte, avec le matériel utilisé

(i) pour la mammographie,

(ii) à la distance minimale qui sépare la cible du récepteur d'image pour laquelle l'appareil a été conçu, et

(iii) à la tension de crête maximale choisie du tube à rayons X et au courant et temps d'exposition nominale corresondants pour la tension de crête précisée,

en une exposition au rayonnement distribuée en moyenne sur une surface de détection de 100 centimètres carrés de section et n'ayant aucune dimension linéaire supérieure à 20 centimètres et centré à 5 centimètres de toute surface accessible de l'appareil au-delà du plan du dispositif de support qui ne dépasse pas 0,1 milliröntgen pour chaque émission du tube à rayons X;

(f) que, lorsqu'il s'agit d'un appareil fluoroscopique à rayons X

(i) sans contrôle automatique du taux d'exposition, à la distance, précisée pour l'appareil, la plus courte entre la cible et la peau, aucune combinaison de la tension du tube à rayons X et du courant ne donne un taux d'exposition primaire où le centre du faisceau utile pénètre le sujet, supérieur

(A) à 5 roentgens par minute, sauf durant l'enregistrement d'images fluoroscopiques, ou

(B) lorsqu'il y a une commande de niveau élevé optionnel à 10 röntgens par minute avec la commande mise en marche;

(ii) avec contrôle automatique du taux d'exposition, à la distance, précisée pour l'appareil, la plus courte entre la cible et la peau, aucune combinaison de la tension du tube à rayons X et du courant ne donne un taux d'exposition primaire, où le centre du faisceau utile pénètre le sujet, supérieur

(A) à 10 röntgens par minute, sauf durant l'enregistrement d'images fluoroscopiques, ou

(B) lorsqu'il y a une commande de niveau élevé optionnel, à 5 röntgens par minute, sauf si la commande est en marche;

(g) que, sous réserve de l'alinéa (h), le taux d'exposition au rayonnement de fuite distribué en moyenne sur une surface de détection de 100 centimètres carrés de section et n'ayant aucune dimension linéaire supérieure à 20 centimètres et centré à 1 mètre de la tache focale du tube à rayons X, ne dépasse pas 0,1 pour cent du taux d'exposition enregistré à la même distance le long de l'axe central du faisceau utile;

(h) que, lorsqu'il s'agit d'un appareil radiographique à rayons X conçu spécialement pour la mammographie, le taux d'exposition de rayonnement de fuite, distribué en moyenne sur une surface de détection de 100 centimètres carrés de section et n'ayant aucune dimension linéaire supérieure à 20 centimètres, centré à 5 centimètres de toute surface externe de la gaine d'un tube à rayons X, ne dépasse pas 2 milliröntgens par heure;

(i) que, lorsqu'il peut se produire une haute tension dans le tube à rayons X sans qu'on ait mis en marche le contrôle d'exposition ou la minuterie, l'émission de rayonnement X du tube, une fois le dispositif de limitation du faisceau grandement ouvert, n'entraîne pas un taux d'exposition distribué en moyenne sur une surface de détection de 100 centimètres carrés de section et n'ayant aucune dimension linéaire supérieure à 20 centimètres, centré à 5 centimètres de toute surface externe accessible de la gaine du tube à rayons X, qui soit supérieur à 2 milliröntgens par heure;

(j) que, l'émission d'un rayonnement ionisant par tout élément autre que le système radiogène lorsque le tube à rayons X fonctionne à la tension et au courant maximaux du tube, soit telle que le taux d'exposition distribué en moyenne sur une surface de détection de 100 centimètres carrés de section et n'ayant aucune dimension linéaire supérieure à 20 centimètres, centré à 5 centimètres de

toute surface accessible de l'élément, ne dépasse pas 2 milliröntgens par heure, lorsque la moyenne est faite pour une période d'une heure; et

(k) que, lorsque l'appareil est utilisé à des fins fluoroscopiques, le taux d'exposition distribué en moyenne sur une surface de détection de 100 centimètres carrés de section et n'ayant aucune dimension linéaire supérieure à 20 centimètres, soit tel que la transmission du faisceau à travers ou provenant de la fenêtre du récepteur d'image fluoroscopique, ne dépasse pas 2 milliröntgens par heure à 10 centimètres derrière le plan du récepteur d'image pour chaque röntgen par minute du taux d'exposition primaire.

Symbole de mise en garde

20. Le symbole de mise en garde contre le rayonnement X, visé à l'article 4 de la présente partie est un symbole

(a) de deux couleurs contrastantes;

(b) bien visible et reconnaissable à une distance de 1 mètre;

(c) dont les dimensions extérieures sont d'au moins 2 centimètres;

(d) portant la mention «CAUTION X-RAYS» et «ATTENTION RAYONS X»; et

(e) conçu selon le modèle suivant:

ANNEXE IV

Guides de blindage pour emmagasinage des films radiographiques

Pour réduire les taux de rayonnement au film à 0,2 mR pour volume de travail hebdomadaire de:

1000 mA-min à 100 kVp
400 mA-min à 125 kVp
200 mA-min à 150 kVp

DURÉE DE L'ENTREPOSAGE	Distance du tube aux films entreposés											
	2,1 m (7 pieds)			3,1 m (10 pieds)			4,3 m (14 pieds)			6,1 m (20 pieds)		
	Plomb		Béton	Plomb		Béton	Plomb		Béton	Plomb		Béton
	mm	po	po	mm	po	po	mm	po	po	mm	po	po
Pour écrans de protection primaires												
1 heure	2,0	3/32	6,1	1,8	1/16	5,4	1,5	1/16	4,8	1,3	1/16	4,1
1 jour	2,7	3/32	8,0	2,5	3/32	7,4	2,2	3/32	6,7	2,0	3/32	6,0
1 semaine	3,4	1/8	9,6	3,1	1/8	8,9	2,8	1/8	8,2	2,6	3/32	7,6
1 mois	3,8	3/32	10,9	3,6	5/32	10,2	3,3	1/8	9,6	3,1	1/8	8,9
Pour écrans de protection secondaires												
1 heure	0,3	—	1,1	0,2	—	0,6	—	—	—	—	—	—
1 jour	0,9	1/32	2,9	0,7	1/32	2,3	0,5	—	1,7	0,3	—	1,1
1 semaine	1,4	1/16	4,4	1,2	1/16	3,7	1,0	1/32	3,1	0,7	1/32	2,4
1 mois	1,9	1/16	5,7	1,6	1/16	5,0	1,4	1/16	4,4	1,2	1/16	3,7

Note: Multiplier l'épaisseur du béton en pouces par 2,54 pour obtenir des centimètres

ANNEXE V

Agences responsables de la radioprotection dans les installations de radiographie médicale

Alberta

Directeur
Direction générale de la radioprotection
Santé, sécurité et indemnité des travailleurs
2e étage, Oxbridge Place
9820, 106e Rue
Edmonton, Alberta
T5K 2J6

Colombie-Britannique

Chef
Service de radioprotection
Division de l'hygiène du travail
828, 8e Avenue ouest
Vancouver, Colombie-Britannique
V5Z 1E2

Manitoba

Chef
Département de physique
Section de la radioprotection
Fondation de traitement et de recherche sur le cancer du Manitoba
700, avenue Bannatyne
Winnipeg, Manitoba
R3E 0V9

Nouveau-Brunswick

Physicien principal de la radiation
Ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick
C.P. 6000
Fredericton, Nouveau-Brunswick
E3B 5H1

Terre-Neuve

Agent de la radioprotection
Division de la sécurité et de l'hygiène du travail
Ministère du Travail et de la Main-d'oeuvre
Immeuble Beothuck, Place Crosbie
St-Jean, Terre-Neuve
A1C 5T7

Territoires du Nord-Ouest

Chef
Programmes et normes de santé
Division de la santé
Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest
Yellowknife, T.-N.-O.
X1A 2N1

Nouvelle-Écosse

Agent de la radioprotection
Ministère de la Santé
7e étage, Immeuble Joseph Howe
C.P. 488
Halifax, Nouvelle-Écosse
B3J 2R8

Ontario

Chef
Service d'inspection des rayons X
Ministère de la Santé de l'Ontario
7, boul. Overlea, 3e étage
Toronto, Ontario
M4H 1A8

Île-du-Prince-Édouard

Président
Commission des services hospitaliers de l'Île-du-Prince-Édouard
C.P. 4500
Charlottetown, Î.-P.-É.
C1A 7P4

Québec

Responsable de la radioprotection
Service de l'agrément des laboratoires privés
Ministère des Affaires sociales
1075, chemin Ste-Foy
Québec, Québec
G1S 2M1

Saskatchewan

Agent de la radioprotection
Division de la sécurité et de l'hygiène du travail
Ministère du Travail
1150, rue Rose
Regina, Saskatchewan
S4R 1Z6

Territoire du Yukon

Directeur des services de santé
Gouvernement du Territoire du Yukon
C.P. 2703
Whitehorse, Yukon
Y1A 2C6

ANNEXE VI

Mesure du rayonnement dans le système d'unités internationales (S.I.)

Exposition

Le coulomb/kilogramme (C/kg) remplace le ROENTGEN (R) comme unité d'exposition. La relation entre ces deux unités est la suivante:

1 C/kg ~ 3876 R 1 R ~ 258 μ C/kg

1 mC/kg ~ 3876 mR 1 mR ~ 258 nC/kg

(Note: m = milli = 10^{-3}; μ = micro = 10^{-6}; n = nano = 10^{-9})

Dose absorbée

Le GRAY (Gy) remplace le RAD (rad) comme unité de dose absorbée. La relation entre ces deux unités est la suivante:

1 Gy = 100 rads 1 rad = 10 mGy

1 mGy = 100 mrads 1 mrad = 10 μGy

Équivalence de dose

Le SIEVERT (Sv) remplace le REM (rem) comme unité d'équivalence de dose. La relation entre ces deux unités est la suivante:

1 Sv = 100 rem 1 rem = 10 mSv

1 mSv = 100 mrem 1 mrem = 10 μSv

Bibliographie

De plus amples détails sur les sujets contenus dans ce Code de sécurité peuvent être obtenus des références énumérées ci-après.

1. "Protection of the Patient in X-Ray Diagnosis", ICFP Publication 16, (1969).
2. "Recommendations of the International Commission on Radiological Protection", ICRP Publication 26, Annals of the ICRP, Volume 1, No. 3, (1977).
3. "Structural Shielding Design and Evaluation For Medical Use of X-Rays and Gamma Rays of Energies up to 10 MeV", National Council on Radiation Protection and Measurements, NCRP Report No. 49, (1976).
4. "Medical Radiation Exposure of Pregnant and Potentially Pregnant Women", National Council on Radiation Protection and Measurements, NCRP Report No. 54, (1977).
5. "The Effects on Populations of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation", National Academy of Sciences, National Research Council, Washington, D.C. (1972).